

**PENGARUH KONSENTRASI BAHAN PENAUT SILANG TERHADAP  
KARAKTERISTIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* HASIL TAUT SILANG  
PATI UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennst)**



**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih  
Gelar Sarjana Farmasi Jurusan Farmasi (S. Farm)  
Pada Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

UIN Alauddin Makassar

Oleh:

**FITRAHMILLAH AL AHMAD**

**NIM: 70100113050**

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR**

**2017**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fitrahmillah Al Ahmad  
NIM : 70100113050  
Tempat, Tanggal Lahir : Ujung Pandang, 17 November 1993  
Jur/Prodi/Konsentrasi : Farmasi  
Alamat : Jl. Bontobila 12 No.10  
Judul : Pengaruh Konsentrasi Bahan Penaut Silang Terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradable* Hasil Taut Silang Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst).

Menyatakan bahwa Skripsi ini benar adalah hasil karya penulis sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, atau dibuat oleh orang lain sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, 23 November 2017

Penyusun,

  
**Fitrahmillah Al Ahmad**  
**70100113050**

## PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Bahan Penaut Silang Terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradable* Hasil Taut Silang Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst)” yang disusun oleh Fitrahmillah Al Ahmad, NIM : 70100113050, Mahasiswa Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, diuji dan dipertahankan dalam Ujian Sidang Skripsi yang diselenggarakan pada hari Kamis, 23 November 2017 M yang bertepatan dengan 4 Rabiul Awal 1439 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Jurusan Farmasi.

Gowa, 23 November 2017 M  
4 Rabiul Awal 1439 H

### DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. dr. H. Andi Armyun Nurdin, M.Sc	(.....)
Sekretaris	: Mukhriani, S.Si., M.Si., Apt	(.....)
Pembimbing I	: Isriany Ismail, S.Si., M.Si., Apt	(.....)
Pembimbing II	: Andi Tenriugi, S.Si., M.Si	(.....)
Penguji I	: Surya Ningsi, S.Si., M.Si., Apt	(.....)
Penguji II	: Dr. H. Supardin, M.Hi.	(.....)



Dr. dr. H. Andi Armyun Nurdin, M.Sc  
NIP. 19550203 198312 1 001

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Salawat dan taslim penulis curahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah menyingkap kegelapan wawasan umat manusia ke arah yang lebih beradab dan manusiawi.

Skripsi dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Bahan Penaut Silang Terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradable* Hasil Taut Silang Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst)” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari banyak pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, berupa motivasi, pikiran, serta petunjuk-petunjuk sehingga skripsi ini dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

Terkhusus ucapan terima kasih penulis haturkan sebesar-besarnya kepada orang tua tercinta, Ayahanda Laherang A. Datan dan Ibunda Nurmiati dengan seluruh kasih sayang dan pengorbanan serta dukungan penuhnya, baik berupa materi, nasehat, dan doa yang tulus, saudara-saudaraku, serta keluarga yang senantiasa memberikan restu dan do'anya. Tak lupa pula penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak/Ibu :

1. Prof. Dr. Musafir Pababbari, M. Si., Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar,
2. Dr. dr. H. Andi Armyn Nurdin, M. Sc., Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan,
3. Dr. NurHidayah, S. Kep., Ns., M. Kes., Wakil Dekan I, Dr. Andi Susilawaty, S. Si., M. Kes., Wakil Dekan II, dan Prof. Dr. Mukhtar Luthfi, M. Pd., Wakil Dekan III Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan,
4. Haeria, S. Si., M. Si., Ketua Jurusan, dan Mukhriani, S. Si., M. Si., Apt, Sekretaris Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan,
5. Isriany Ismail, S. Si., M. Si., Apt., Pembimbing pertama yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, serta meluangkan waktu dan pikirannya dalam membimbing penulis, dan A. Tenriugi, S. Si., M. Si., Pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, serta meluangkan waktu dan pikirannya dalam membimbing penulis,
6. Surya Ningsi, S. Si., M. Si., Apt. Penguji kompetensi yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan serta meluangkan waktunya untuk memberikan koreksi dan saran dalam penyusunan skripsi ini,
7. Dr. H. Supardin, M. Hi., Penguji agama yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam penyusunan skripsi ini,
8. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Farmasi atas curahan ilmu pengetahuan dan segala bantuan yang diberikan pada penulis sejak menempuh pendidikan farmasi hingga saat ini,

9. Kakak-kakak dan adik-adik di Farmasi UIN Alauddin serta pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang juga selalu memberikan penulis dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini, serta
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2013 (Far13ion) yang telah memberikan dukungan, semangat, doa, dan rasa nyaman, terima kasih atas kebersamaannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan skripsi ini kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan bernilai ibadah di sisi Allah SWT. Aamiin.

Wassalam.

Makassar, November 2017

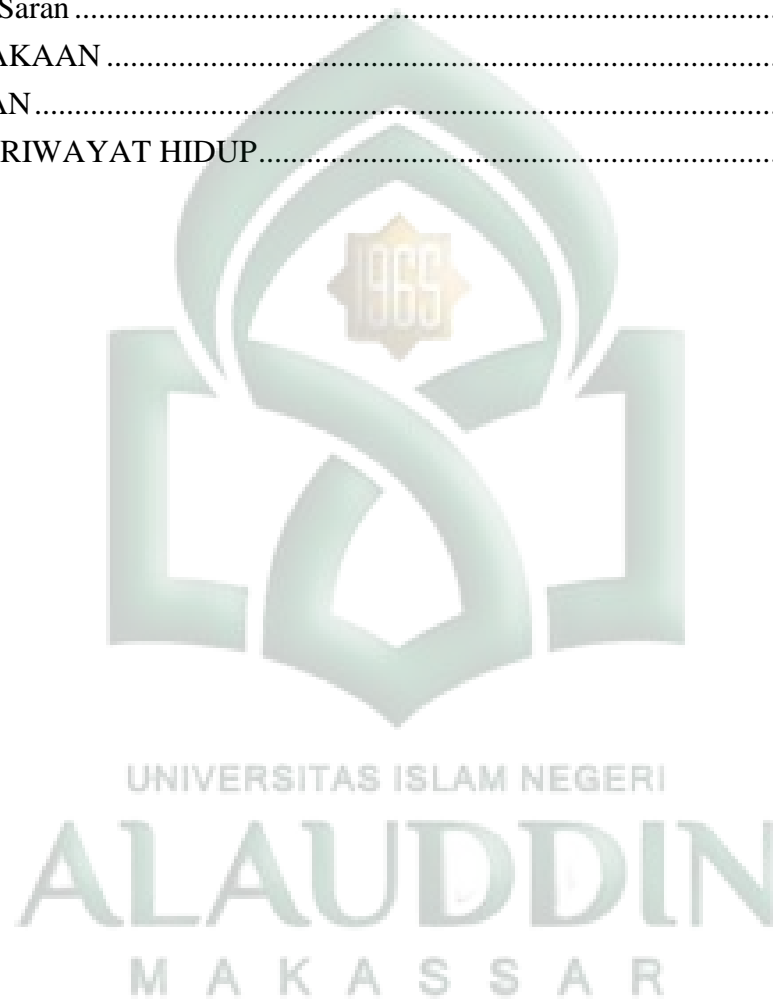
Penulis

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1-6
Latar Belakang Masalah .....	1
Rumusan Masalah.....	4
Definisi Operasional dan Ruang Lingkup Penelitian .....	4
Kajian Pustaka .....	5
Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7-34
A. Taksonomi Umbi Gadung .....	7
B. Morfologi Umbi Gadung.....	8
C. Pati Modifikasi .....	10
D. Taut silang ( <i>cross-linking</i> ).....	11
E. Sukrosa .....	13
F. Sukrosa Oksidasi .....	13
G. Plastik <i>Biodegradable</i> .....	15
H. Karakterisasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	17
I. Tinjauan Islam Mengenai Plastik <i>Biodegradable</i> .....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35-39
A. Jenis dan Lokasi Penelitian.....	35
B. Pendekatan Penelitian.....	35
C. Instrumen Penelitian .....	36
D. Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	40-57
A. Hasil Pengamatan .....	40
B. Pembahasan .....	45
BAB V PENUTUP.....	58-58
A. Kesimpulan.....	58
B. Saran .....	58
KEPUSTAKAAN .....	59
LAMPIRAN .....	65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	93





## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kandungan Gizi dalam 100 g Umbi Gadung : .....	9
Tabel 2. Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI .....	23
Tabel 3. Perbandingan nilai standart PLA dengan plastik <i>biodegradable</i> yang dihasilkan .....	25
Tabel 4. Formulasi Pembuatan Bioplastik .....	37
Tabel 5. Hasil pembuatan bioplastik dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang .....	40
Tabel 6. Hasil uji pengamatan warna pada plastik <i>Biodegradable</i> .....	41
Tabel 7. Uji kuat tarik dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang .....	41
Tabel 8. Hasil karakterisasi FT-IR plastik <i>Biodegradable</i> terhadap pengaruh bahan penaut silang .....	42
Tabel 9. Uji Ketahanan Air dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang .....	44
Tabel 10. Hasil uji biodegradabilitas bioplastik dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang .....	44
Tabel 11. Analisis data ketahanan terhadap air .....	71
Tabel 12. Analisis data biodegradasi .....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Umbi gadung .....	7
Gambar 2. Hasil SEM tepung gadung.....	11
Gambar 3. Unit pengulangan sukrosa .....	13
Gambar 4. Reaksi sukrosa dan natrium metaperiodate .....	15
Gambar 5. Skema Komponen Dasar FTIR .....	19
Gambar 6. Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Sifat Fisik Termoplas .....	24
Gambar 7. Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Sifat Fisik Termoset .....	24
Gambar 8. Grafik hubungan konsentrasi terhadap kuat tarik bioplastik.....	42
Gambar 9. Morfologi $F_0$ 0% perbesaran 10.000 kali .....	43
Gambar 10. Morfologi $F_{B3}$ 3% perbesaran 10.000 kali .....	43
Gambar 11. Oksidasi sukrosa metaperiodate .....	47
Gambar 12. Pati silang dengan sukrosa teroksidasi .....	47
Gambar 13. Pembuatan Pati Umbi Gadung .....	75
Gambar 14. Pembuatan Sukrosa Oksidasi .....	76
Gambar 15. Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	79
Gambar 16. Analisis Data <i>Swelling Power</i> dan Ketahanan terhadap Air .....	79
Gambar 17. Analisis Uji Degradasi .....	81
Gambar 18. Perubahan Struktur Plastik <i>Biodegradable</i> .....	83
Gambar 19. Analisis Kuat Tarik .....	84
Gambar 20. Analisis gugus ujung menggunakan FT-IR.....	86

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Diagram Aliran Penelitian Plastik <i>Biodegradable</i> .....	65
Lampiran 2. Skema Pembuatan Pati Alami Umbi Gadung .....	66
Lampiran 3. Skema Pembuatan Sukrosa Oksidasi.....	67
Lampiran 4. Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	68
Lampiran 5. Diagram Analisis Data Plastik <i>Biodegradable</i> .....	69
Lampiran 6. Perhitungan Sukrosa Oksidasi .....	70
Lampiran 7. Perhitungan Ketahanan Air Terhadap Plastik .....	71
Lampiran 8. Perhitungan Biodegradabilitas.....	72
Lampiran 9. Data analisis Ketahanan Terhadap Air .....	80
Lampiran 10. Sertifikat Analisis Kuat Tarik.....	87



## ABSTRAK

Nama : Fitrahmillah Al Ahmad  
Nim : 70100113050  
Judul : Pengaruh Konsentrasi Bahan Penaut Silang Terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradable* Hasil Taut Silang Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst)  
Pembimbing I : Isriany Ismail, S. Si., M. Si., Apt.  
Pembimbing II : Andi Tenriugi, S. Si., M. Si.

---

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi bahan penaut silang terhadap karakteristik plastik *Biodegradable* hasil taut silang menggunakan pati umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst). Penelitian ini bertujuan mengetahui pati umbi gadung yang dimodifikasi taut silang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bioplastik serta pengaruh sukrosa oksidasi sebagai agen taut silang terhadap sifat fisik dan mekanik plastik *Biodegradable*. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu preparasi bahan, pembuatan agen taut silang, pembuatan plastik *Biodegradable* menggunakan metode *blending* dengan variasi konsentrasi sukrosa oksidasi ( $F_0$ ) 0%, ( $F_{B1}$ ) 1%, ( $F_{B3}$ ) 3% dan ( $F_{B5}$ ) 5% serta karakterisasi plastik dengan parameter uji organoleptik, *swelling power*, ketahanan air, uji kuat tarik, uji SEM dan uji FTIR bioplastik yang dihasilkan dari berbagai perbandingan sukrosa oksidasi terhadap pati memiliki karakterisasi yang berbeda-beda. Nilai *swelling power* pada bioplastik ( $F_0, F_{B1}, F_{B3}, F_{B5}$ ) berturut-turut yaitu 80,82%, 54,45%, 52,06% dan 74,52%, uji ketahanan airnya ( $F_0, F_{B1}, F_{B3}, F_{B5}$ ) berturut-turut yaitu 19,17%, 45, 55%, 47,94% dan 25,48%. Hasil pengujian kuat tarik ( $F_0, F_{B1}, F_{B3}, F_{B5}$ ) secara berturut-turut adalah 0,0007 N/mm<sup>2</sup>, 5,5042 N/mm<sup>2</sup>, 6,5444 N/mm<sup>2</sup> dan 6,3667 N/mm<sup>2</sup>. Hasil analisis FTIR menunjukkan adanya gugus O – H, C – H, C=O, C–O–C. Hasil SEM menunjukkan pati umbi gadung berbentuk heksagonal. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa modifikasi dari umbi gadung dapat dimanfaatkan sebagai bahan bioplastik dan sukrosa oksidasi belum menunjukkan pengaruh taut silang terhadap sifat fisik dan mekanik plastik *Biodegradable*.

**Kata kunci:** Plastik *Biodegradable*, umbi gadung, taut silang, sukrosa oksidasi

## ABSTRACT

Name : Fitrahmillah Al Ahmad  
Nim : 70100113050  
Title : The Effect of Crosslinker Material Concentration on Biodegradable Plastic Characteristics of Crosslink Results From gadung starch (*Dioscorea hispida* Dennst).  
Tutors I : Isriany Ismail, S.Si., M.Si., Apt.  
Tutors II : Andi Tenriugi, S.Si., M.Si.

---

Has conducted research on the effect of crosslinking concentration on the characteristics of Biodegradable plastic crosslinked using the gadung starch (*Dioscorea hispida* Dennst). The purpose of this study was to find out that the crosslinked modified gadung starch can be utilized as bioplastic material and the effect of oxidized sucrose as crosslinking agent on the physical and mechanical properties of Biodegradable plastics. The research was done by several stages, namely material preparation, crosslinking agent, making of Biodegradable plastic using blending method with the variation of the concentration oxidized sucrose of ( $F_0$ ) 0%, ( $F_{B1}$ ) 1%, ( $F_{B3}$ ) 3% and ( $F_{B5}$ ) 5% and plastic characterization parameters with organoleptic test, swelling power, water resistance, tensile strength test, SEM test and bioplastic FTIR test resulted from various comparison of sucrose oxidation to starch have different characterization. The value of swelling power on bioplastics ( $F_0$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B3}$ ,  $F_{B5}$ ) respectively were 80.82%, 54.45%, 52.06% and 74.52%, the water resistance test ( $F_0$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B3}$ ,  $F_{B5}$ ) respectively, are 19.17%, 45, 55%, 47.94% and 25.48%. Tensile strength test results ( $F_0$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B3}$ ,  $F_{B5}$ ) respectively, were 0.0007 N / mm<sup>2</sup>, 5,5042 N / mm<sup>2</sup>, 6,5444 N / mm<sup>2</sup> and 6.3667 N / mm<sup>2</sup>. FTIR analysis results show the presence of O - H, C - H, C = O, C - O - C groups. The results of SEM show starch gadung starch shaped hexagonal, it can be concluded that modification of gadung starch can be used as bioplastic material and oxidation sucrose has not showed crosslink effect on physical and mechanical properties of Biodegradable plastics.

**Keywords:** Biodegradable plastic, gadung starch, crosslinks, sucrose oxidation

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### ***A. Latar Belakang Masalah***

Limbah plastik sintetik menjadi salah satu permasalahan yang paling memprihatinkan di Indonesia. Jenis plastik yang beredar di masyarakat merupakan plastik sintetik dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Plastik jenis ini tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme atau sukar dirombak secara hayati (*nonbiodegradable*) di lingkungan karena mikroorganisme tidak mampu mengubah jenis plastik yang beredar dan mensintesis enzim yang khusus untuk mendegradasi polimer berbahan dasar petrokimia (Darni, dkk., 2010: 88).

Plastik yang beredar di pasaran saat ini, seperti polivinilklorida (PVC) merupakan polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi yang ketersediaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Selain itu, plastik jenis ini sulit untuk terurai di alam dan dapat berdampak pada pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas air dan tanah. Plastik berbahan polimer sintetik juga dapat berbahaya bagi kesehatan karena monomer-monomer penyusun polimer sintetik tersebut seperti monomer vinil klorida sebagai unit penyusun PVC bersifat karsinogenik. Monomer-monomer tersebut sulit terurai dalam tubuh sehingga jika terakumulasi dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan dapat menyebabkan kanker (Siswono, 2008: 8).

Teknologi plastik *biodegradable* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik konvensional (Darni,

dkk., 2010: 88). Selain untuk kemasan, bioplastik juga dapat dimanfaatkan dalam bidang medis dan farmasi antara lain untuk peralatan bedah, benang bedah, kain penyek, pembalut luka, pengganti tulang dan pelat serta lain sebagainya (Kolybaba, 2003: 13).

Agar plastik mudah terdegradasi maka harus mengandung bahan alami seperti protein, karbohidrat (pektin, gum dan pati), lemak dan campurannya. Penggunaan bahan dasar plastik yang dapat didegradasi secara biologis oleh mikroorganisme alami terus dikembangkan dalam rangka mengurangi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh sampah-sampah non-organik, terutama sampah plastik. Keuntungan lain dari penggunaan bahan baku alami dalam pembuatan plastik adalah sifatnya yang merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, sehingga keberadaannya dapat terus dilestarikan (Yuniarti, dkk., 2014: 39).

Salah satu tanaman potensial yang belum banyak dikenal oleh masyarakat luas yaitu umbi gadung. Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) merupakan tanaman umbi – umbian yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, Potensi gadung cukup prospektif untuk dikembangkan karena mengandung karbohidrat yang cukup tinggi. Kandungan karbohidrat pada gadung sekitar 29,7 gram dalam setiap 100 gram gadung segar. Modifikasi sifat pati dan teknik pengolahan pati sudah berkembang saat ini, pati alami dapat dimodifikasi sehingga mempunyai sifat-sifat yang lebih baik. Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia (esterifikasi, sterifikasi atau oksidasi) atau dengan mengganggu struktur asalnya (Fleche, 1985: 18). Sedangkan menurut Glicksman (1969), pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk

memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat lainnya.

Modifikasi pati dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu fisik, kimia, dan enzimatis. Metode ikatan silang (*cross linking*) merupakan metode modifikasi secara kimia yang banyak digunakan karena memiliki kelebihan yaitu dapat menghasilkan pati yang tahan terhadap pemanasan, tekanan mekanis dan asam (Munawaroh, 2015), sehingga sangat sesuai digunakan untuk produk seperti makanan kaleng, mie instan, saus, pie filling dan maupun dalam dunia farmasi.

Sukrosa teroksidasi bisa menjadi pilihan baru sebagai agen dasar *cross-linker* baru. Sakarida dioksidasi menjadi aldehida polar atau aldehida polimer untuk toksisitas rendah dan efisiensi reaksi berpotensi tinggi. Sukrosa teroksidasi bisa mengandung hingga empat kelompok aldehida dalam satu molekul disakarida sebelumnya yang tersedia untuk reaksi. Sukrosa teroksidasi telah menunjukkan keefektifan pada taut silang zein, protein jagung. Kultur sel *in vitro* Penelitian menunjukkan bahwa taut silang protein dengan sukrosa teroksidasi bersifat biokompatibel. Penyebab utama toksisitas lingkungan yaitu glutaraldehida dan formaldehida (Canisag, 2015: 24).

Berdasarkan hal tersebut diatas maka peneliti tertarik untuk membuat penelitian tentang pengaruh konsentrasi bahan penaut silang terhadap karakteristik plastik *biodegradable* hasil taut silang pati umbi gadung menggunakan beberapa konsentrasi sukrosa hasil oksidasi yang berbeda sehingga diharapkan pembuatan plastik *biodegradable* dengan memodifikasi pati dapat menghasilkan produk plastik yang berkualitas dengan bahan alam yang melimpah.



## **B. Rumusan Masalah**

1. Apakah umbi gadung dapat dijadikan sebagai bahan baku plastik *biodegradable* ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi sukrosa oksidasi sebagai penaut silang terhadap sifat mekanik dan fisik plastik *biodegradable* yang dihasilkan ?
3. Bagaimana pandangan Islam terkait plastik *biodegradable* dari bahan alam ?

## **C. Definisi Operasional dan Ruang Lingkup Penelitian**

### **1. Definisi Operasional**

- a. Kemasan *biodegradable* dapat diartikan sebagai film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Plastik *biodegradable* disebut juga bioplastik yaitu plastik yang seluruh atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui.
- b. Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau.
- c. Pati modifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia (esterifikasi, sterifikasi atau oksidasi) atau dengan mengganggu struktur asalnya.
- d. Gliserol merupakan senyawa kimia yang tidak berwarna, tidak berbau, dan merupakan cairan kental. Gliserol merupakan suatu trihidroksi alkohol yang terdiri dari tiga atom karbon, dimana tiap atom karbon mempunyai gugus  $-OH$ . Gliserol dapat diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak, dapat juga dihasilkan dari reaksi hidrolisa trigliserida yang dilakukan dengan tekanan tinggi 54-58 bar dan temperatur tinggi berkisar antara 225 - 2500°C.

- e. *Swelling power* adalah kenaikan volume dan berat maksimum pati selama mengalami pengembangan didalam air.
- f. Biodegradabilitas adalah kemampuan degradasi matriks polimer karena aktivitas mikroorganisme yang dapat menyebabkan perubahan karakteristik matriks polimer (sifat mekanik, warna, berat molekul).
- g. Polimer adalah Senyawa makromolekul yang terbentuk dari susunan ulang molekul kecil (monomer) yang saling berikatan.
- h. Sukrosa merupakan suatu disakarida yang dibentuk dari monomer-monomernya yang berupa unit glukosa dan fruktosa, dengan rumus molekul  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .
- i. Ikatan silang adalah ikatan kovalen atau ionik yang menghubungkan satu rantai polimer ke polimer lainnya, dan membuat polimer kuat.

## 2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mencakup metode dan pengujian plastik *biodegradable* dengan menggunakan bahan baku *crosslinking* pati yang meliputi karakterisasi modifikasi umbi gadung menggunakan SEM dan FT-IR, serta karakterisasi bioplastik melalui uji sifat mekanik, *swelling power*, uji ketahanan air dan uji degradasi.

## D. Kajian Pustaka

1. (Munawaroh, 2015: 35) dalam jurnal *Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (Musa Paradisiaca) Dengan Variasi Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan* melaporkan bahwa konsentrasi gliserol yang optimum yaitu 20%.

2. (Teja, 2008: 843) yang melaporkan bahwa karakteristik pati sagu dengan *cross-linking* dapat meningkatkan *swelling power* dari pati sagu.
3. (Canisag, 2015: 24) dalam jurnal *Bio-Crosslinking of Starch Films with Oxidized Sucrose* melaporkan bahwa sukrosa teroksidasi bisa menjadi *biobased crosslinker* yang efisien untuk meningkatkan performa sifat produk pati.

## **E. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

- a. Potensi umbi gadung sebagai bahan baku plastik *biodegradable*
- b. Pengaruh konsentrasi sukrosa oksidasi sebagai penaut silang terhadap sifat mekanik dan fisik plastik *biodegradable* yang dihasilkan.
- c. Pandangan Islam terkait plastik *biodegradable* dari bahan alam.

### **2. Manfaat Penelitian**

- a. Dapat ikut serta membantu pengembangan ilmu pengetahuan tentang pembuatan bioplastik dengan bahan dasar pati umbi gadung.
- b. Dapat digunakan sebagai salah satu dasar pengembangan dan penyempurnaan bioplastik pati umbi gadung.
- c. Memberikan pengetahuan mengenai pengolahan pati umbi gadung dalam pembuatan plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. *Taksonomi Umbi Gadung*

Klasifikasi umbi gadung sebagai berikut (Suhardi, 2006: 230):

Regnum	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Sub Kelas	: Liliidae
Ordo	: Liliales
Famili	: Dioscoreaceae
Genus	: <i>Dioscorea</i>
Spesies	: <i>Dioscorea hispida</i> Dennst



**Gambar 1.** Umbi gadung  
(Sumber : (Pambayun, 2007: 18) )

Nama Daerah : Bitule, Bunga meraya (Manado); Gadung, Gadung ribo (Sumatera Barat); Gadung (Sunda); Gadung (Jawa); Ghadhung (Madura); Gadung, Sikapa, Skapa (Belitung); Iwi (Sumbawa); . Ondot in lawanan, Pitur (Minahasa); Sikapa (Bugis); Sikapa (Makasar); Boti (Roti); Lei (Kai); Uhulibita, Ulubita (Seram); Hayule, Hayuru (Ambon).

### **B. *Morfologi Umbi Gadung***

Umbi gadung merupakan salah satu jenis tanaman umbi-umbian yang tumbuh liar di hutan- hutan, pekarangan, maupun perkebunan. Gadung merupakan perdu memanjat yang tingginya dapat mencapai 5-10 m. Batangnya bulat, berbulu dan berduri yang tersebar sepanjang batang dan tangkai daun. Umbinya bulat diliputi rambut akar yang besar dan kaku, kulit umbi berwarna gading atau coklat muda, daging umbinya berwarna putih gading atau kuning. Umbinya muncul dekat permukaan tanah. Dapat dibedakan dari jenis-jenis *dioscorea* lainnya karena daunnya merupakan daun majemuk terdiri dari 3 helai daun (Sumunar, dkk., 2015: 109).

Salah satu sumber pangan berkarbohidrat tinggi. Gadung dapat memenuhi kebutuhan energi tubuh. Karbohidrat dalam gadung didominasi oleh pati. Selain memiliki kandungan karbohidrat juga mengandung racun sianida yang dapat menyebabkan keracunan dan mematikan. Sehingga perlu dilakukan beberapa proses untuk menghilangkan kandungan residu HCN atau meminimalkannya sehingga umbi gadung menjadi aman dan layak untuk dikonsumsi (Winarno, 1995; Sumunar, dkk., 2015: 109).

**Tabel 1.** Kandungan Gizi dalam 100 g Umbi Gadung :

<b>Kandungan gizi</b>	<b>Jumlah</b>
Kalori (kal)	101,00
Protein (g)	2,00
Lemak (g)	0,20
Karbohidrat	23,23
Kalsium (mg)	20,00
Phospor (mg)	69,00
Zat Besi (mg)	0,60
Vitamin B 1	0,10
Air (g)	73,50
Vitamin C	9,00
Vitamin A	0,0
Bagian yang dapat dimakan	85,00
Kadar amilopektin (%)	87,58
Kadar amilosa (%)	12,42

(Sumber : (Febrianty, 2016: 59))

Selain polimer alam yang berasal dari tumbuhan, sumber lain polimer yaitu berasal dari hewan. Saat ini, gelatin merupakan zat yang sangat populer bagi banyak produk makanan dan farmasi. Gelatin adalah yang paling banyak digunakan untuk produk permen (permen lunak) dan cangkang kapsul seluruh dunia tersebut. Gelatin adalah senyawa polipeptida yang berasal dari hidrolisis parsial collagen. Dalam memproduksi gelatin skala besar, substansi utama adalah kolagen yang dapat diisolasi dari sapi dan babi. Bentuk komersial dari gelatin adalah pelat tipis, butiran, atau bubuk terutama yang terbuat dari tulang dan kulit sapi, kulit babi, dan yang

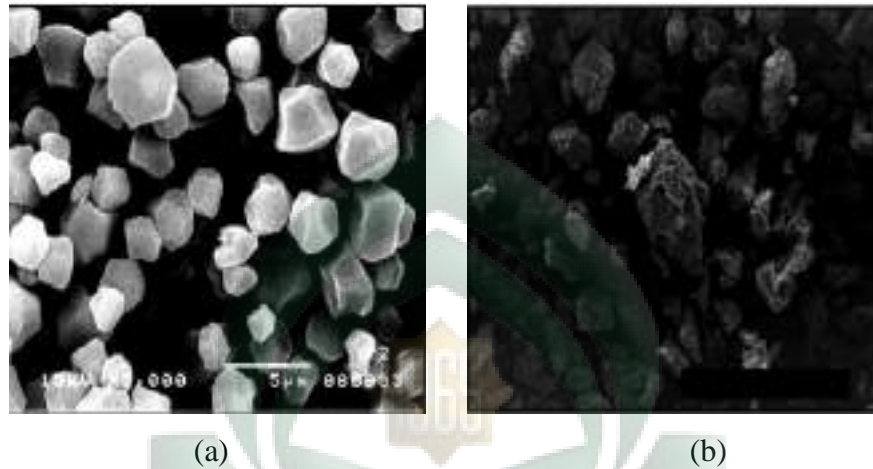
terbaru adalah tulang babi, sumber gelatin lainnya adalah ikan dan unggas yang terbaru saat ini dan umumnya diproduksi untuk memenuhi kelompok konsumen dari daerah tertentu. Tapi, karena perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, diversifikasi produk makanan yang cepat, produk makanan dapat dikompilasi oleh komposisi non-halal untuk mengurangi biaya produksi. Di pasar, babi gelatin lebih murah daripada gelatin sapi atau gelatin lainnya yang dihasil (Hamzah, dkk., 2017: 62-63).

### **C. Pati Modifikasi**

Modifikasi Pati Modifikasi pati secara kimia dapat dilakukan dengan penambahan asam, oksidasi, *cross-linking*, starch esters, starch ethers, dan kationik. Modifikasi pati secara kimia dapat menyebabkan terjadinya *cross-linking* sehingga dapat memperkuat ikatan hidrogen dalam molekul pati (Yavus, 2003, hal. 108). Metode substitusi menghasilkan pati tersubstitusi. Pati ini dibuat dari pati dalam bentuk granula dan substitusi tingkat rendah akan menginterupsi secara linier, mencegah retrogradasi, meningkatkan kapasitas mengikat air, menurunkan suhu gelatinisasi dan mengubah kejernihan pasta. Terdapat dua kelompok dalam pati tersubstitusi, yang didasarkan pada senyawa yang mensubstitusinya yaitu pati ester (pati asetat, pati fosfat dan pati suksinat) dan pati ether yang meliputi carboxy methyl starch dan hydroxyl propyl starch. Pati asetat merupakan hasil asetilasi pati dimana granula pati diesterkan dengan grup asetat dengan mensubstitusi gugus hidroksil pati (Suriani, 2008: 68).

Proses modifikasi akan mengubah struktur mikro dari senyawa yang terkandung di dalam pati gadung. Untuk mengetahui struktur mikro tersebut, maka

digunakan analisis mikrograf menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) hasil analisis SEM disajikan pada gambar berikut ini.



**Gambar 2.** Hasil SEM tepung gadung dari pustaka (Siswanto, dkk. 2013: 188) (a), pati gadung dari pustaka (Tattiyakul et.al. 2006: 170-176) (b).

#### **D. Taut silang (*Crosslinking*)**

Ikatan silang adalah ikatan kovalen atau ionik yang menghubungkan satu rantai polimer ke polimer lainnya, dan membuat polimer kuat. *Crosslinking* adalah pembentukan ikatan jembatan antara molekul yang berdekatan dengan menggunakan bahan kimia yang berbeda, yang disebut *crosslinking* agen. Dengan kata lain, ikatan silang berarti molekul polimer bersifat intra dan saling terkait dengan semacam ikatan (Canisag, 2015: 24).

Untuk menyilangkan polimer yang mengandung gugus hidroksil, seperti pati, agen pengikat silang harus dapat bereaksi dengan paling sedikit dua gugus hidroksil dalam satu tunggal molekul polimer. Crosslinking merupakan salah satu pendekatan yang paling umum digunakan untuk memperbaiki sifat mekanik dan stabilitas air film pati. Untuk ikatan silang, ini terjadi ketika agen ikatan silang bifungsi atau



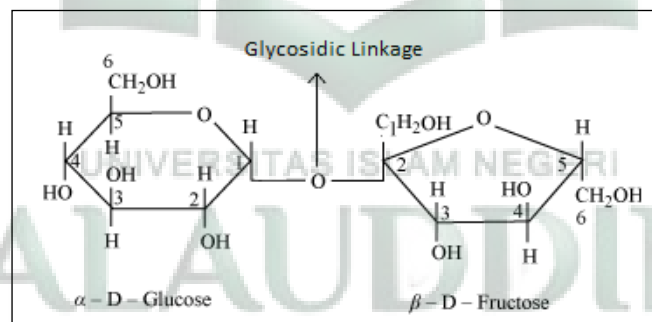
multifungsi membentuk antarmolekul hubungan dengan gugus hidroksil primer (C6-OH) atau gugus hidroksil sekunder (C2-OH dan C3-OH) (Canisag, 2015: 24).

Polimer didefinisikan sebagai makromolekul yang dibangun oleh pengulangan kesatuan kimia yang kecil dan sederhana yang setara dengan monomer, yaitu bahan pembuat polimer. Akibatnya, molekul-molekul polimer umumnya mempunyai massa molekul yang sangat besar. Hal inilah yang menyebabkan polimer memperlihatkan sifat sangat berbeda dari molekul-molekul biasa meskipun susunan molekulnya sama. Proses pembentukan polimer dari monomernya disebut dengan polimerisasi. Polimerisasi tersebut akan menghasilkan polimer dengan jumlah susunan ulang yang tertentu. Jumlah susunan ulang pada hasil proses polimerisasi dikenal sebagai derajat polimerisasi (Cowd, 1991: 3).

Dengan demikian, hubungan silang meningkatkan interaksi antarmolekul antara rantai pati dan mengikat molekul bersama-sama. Produk pati dan pati telah terikat silang dengan banyak agen pengikat silang, seperti phosphorous oxychloride, sodium trimetaphosphate (STMP), sodium tripolifosfat (STPP), epiklorohidrin, formaldehid, asam borat, dan lain-lain. konsentrasi agen, kadar pati, pH, suhu perlakuan dan waktu perawatan mengubah tingkat ikatan silang. Kondisi reaksi ini bervariasi tergantung pada agen pengikat silang yang digunakan Pati yang saling silang memiliki keunggulan dibandingkan pati asli, seperti sifat mekanik dan termal tinggi, stabilitas air yang tinggi, tahan terhadap suhu tinggi dan pH rendah, karena strukturnya lebih kuat (Canisag, 2015: 24).

### E. Sukrosa

Sukrosa adalah disakarida yang juga biasa disebut gula tebu. Ini yang paling banyak di disakarida dan ditemukan di semua tanaman yang berfotosintesis. Struktur sukrosa menyerupai struktur pati. Hal ini juga merupakan unit pengulangan glukosa seperti pati. Namun, memiliki unit pengulangan lainnya, fruktosa, yang dihubungkan dengan unit glukosa melalui ikatan eter antara C1 pada glukosa dan C2 fruktosa seperti yang terlihat pada Gambar 2. Ikatan ini adalah disebut hubungan ikatan glikosida. Karena sukrosa tidak memiliki hidroksil kelompok anomerik (yang diindikasikan sebagai gugus hidroksil yang terkait dengan karbon anomer, yang terikat pada dua oksigen dalam struktur cincin), diklasifikasikan sebagai Gula non-pereduksi. Dengan kata lain, sukrosa tidak mengandung kelompok hemiacetal atau hemiketal gula sehingga hanya memiliki kelompok asetal dan ketal (Canisag, 2015: 10).



**Gambar 3.** Unit pengulangan sukrosa

(Sumber : (Canisag, 2015: 10))

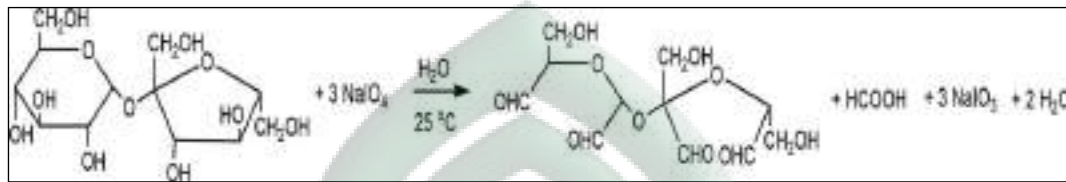
### F. Sukrosa Oksidasi

Pati film biasanya lemah, rapuh, dan sangat sensitif lembab, dan dengan demikian membatasi aplikasi industri. *Crosslinking* adalah salah satu metode yang

paling umum untuk mengatasi masalah ini. Namun, sebagian besar cross-linker yang tersedia beracun, mahal, atau dengan efisiensi *crosslinking* rendah. Sukrosa teroksidasi adalah *crosslinker* baru dengan beberapa kelompok aldehid per molekul untuk lintas-link molekul pati melalui pembentukan hemiacetals / acetals. Pati film saling terkait dengan sukrosa oksidasi, memiliki kekuatan tarik dan pemanjangan dengan perpanjangan 23 MPa dan 60%, masing-masing, melebihi hasil *crosslinking* dari banyak *crosslinker* lainnya. Gabungan sukrosa yang saling-silang juga secara substansial meningkatkan stabilitas film pati dalam air dan asam format. Penautan silang ringan menggunakan sukrosa teroksidasi dapat memberikan alternatif untuk mempromosikan industrialisasi produk berbasis pati (Helan Xu, 2015: 2631).

Sukrosa teroksidasi bisa menjadi pilihan baru sebagai biobased yang terbukti. cross-linker Saccharides dioksidasi menjadi aldehida polar atau aldehida polimer untuk toksisitas rendah dan berpotensi tinggi untuk reaksi efisiensi. Polisakarida teroksidasi, seperti dialdehyde pati dan teroksidasi dekstran dengan membuktikan toksisitas rendah, digunakan untuk protein cross-link, seperti protein kedelai dan putih telur. Namun, efek-penghubungnya tidak memuaskan, ditunjukkan oleh terbatasnya peningkatan sifat mekanik dan kelarutan air (Canisag, 2015: 12). Namun, pati memiliki derajat molekul polimerisasi mulai dari 100 sampai 1000. sukrosa teroksidasi bisa mengandung hingga empat kelompok aldehida dalam satu molekul disakarida sebelumnya yang tersedia untuk reaksi (Jianhua , 2015, hal. 46), sukrosa teroksidasi sudah menunjukkan efektivitas dalam *cross-linking* zein, protein jagung. Studi menunjukkan bahwa kultur sel in vitro protein *scaffolds cross-linked* dengan sukrosa teroksidasi bersifat biokompatibel (Jianhua , 2015: 46).

Dalam penelitian (Helan Xu, 2015: 2631), film pati saling terkait silang dengan sukrosa teroksidasi. Kekuatan dan regangan tarik yang disempurnakan dilaporkan lebih efisien daripada banyak cross-linkers lainnya. Kestabilan air dan asam Film pati juga sangat meningkat.



**Gambar 4.** Reaksi sukrosa dan natrium metaperiodate

#### **G. Plastik Biodegradable**

Plastik berperan penting dalam kehidupan manusia yaitu sebagai kemasan karena keunggulannya yang ringan, kuat, transparan, dan harga yang terjangkau oleh semua kalangan masyarakat. Kebutuhan plastik di Indonesia semakin meningkat hingga mencapai 2,3 juta ton/tahun. Keberadaan bahan baku plastik dari minyak bumi semakin menipis, tidak dapat diperbaharui dan mencemari lingkungan. Perhatian dunia terhadap keberlangsungan alam semakin tinggi sehingga menuntut industri untuk lebih peduli dalam penggunaan bahan produksi yang ramah lingkungan (Rasmita, A.G., 2012: 1). Plastik *biodegradable* menjadi alternatif bahan kemasan ramah lingkungan karena plastik *biodegradable* adalah polimer yang terbuat dari bahan terbarukan dan secara alamiah mudah terdegradasi oleh mikroorganisme maupun oleh cuaca (Ban, W., 2006: 30).

Pada awalnya plastik kebanyakan dibuat dari minyak bumi dan bersifat *nonbiodegradable*. Plastik konvensional (sintetik) mempunyai kelebihan antara lain

kuat tarik dan perpanjangan putus yang tinggi, tahan terhadap air, harganya murah, dan efektivitas energi yang tinggi (Psomiadou E, 1997: 228).

Selain itu, plastik konvensional mempunyai kestabilan fisiko-kimia yang sangat kuat sehingga plastik sangat sukar terdegradasi secara alami. Oleh karena itu, plastik konvensional dianggap tidak ramah lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat didegradasi secara biologi di dalam tanah (Ishiaku US, 2002: 399). Apabila plastik ini dihancurkan dengan cara yang lain misalnya pembakaran, maka akan menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang akan semakin meningkatkan pemanasan global. Pengembangan plastik kemasan ramah lingkungan (bioplastik) merupakan alternatif solusi dalam menanggulangi permasalahan kemasan plastik *non-biodegradable*. Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik pada umumnya, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan gas karbondioksida atau metan sedangkan bioplastik adalah plastik yang bahan bakunya berasal dari biomassa yang dapat diperbarui (*renewable*) (R, Smith, 2005: 143).

Polimer-polimer yang mampu terdegradasi memenuhi beberapa kriteria, yaitu mengandung salah satu dari jenis ikatan asetal, amida, atau ester, memiliki berat molekul dan kristanilitas rendah, serta memiliki hidrofilitas yang tinggi. polimer yang dapat terdegradasi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu polimer yang berasal dari alam dan polimer sintetis yaitu polimer yang berasal dari minyak mentah (R, Smith, 2005: 143).

Bioplastik dapat dihasilkan melalui tiga cara yaitu 1). biosintesis, seperti pada pati dan selulosa; 2). bioteknologi, seperti pada polyhydroxyl fatty acid; 3). proses sintesis kimia seperti pada pembuatan poliamida, poliester dan polivinil alkohol.

Bioplastik berbahan baku dari alam memiliki keunggulan ketersediaan dalam jumlah besar dan murah, namun bahan baku tersebut memiliki kelemahan dalam hal penyerapan air yang tinggi dan tidak dapat dilelehkan tanpa bantuan bahan aditif. Melakukan studi mengenai penggunaan biosintetik, termobioplastik dan elastomer dari bahan baku yang dapat diperbaharui (Steinbuechel, 1995: 600).

Jenis bioplastik yang banyak diteliti dan dikembangkan adalah plastik campuran dari bahan *non-biodegradable* dan *biodegradable*, misalnya polietilen dicampurkan dengan pati (Waryat, 2013, hal. 76). Pencampuran merupakan salah satu alternatif yang mungkin untuk diterapkan walaupun tidak terdegradasi sempurna. Proses pembuatan bioplastik yang berbasis pati dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu : 1) mencampuri pati dengan resin sintetis (PE, LLDPE, PP) dalam jumlah kecil (10-40%) (Kim M, 2002: 335); (Ning W, 2007: 446–453); (Yao F, 2008: 67); (Mengeloglu F, 2008: 517), 2) mencampuri pati dengan turunan hasil samping minyak bumi, seperti PCL dalam komposisi yang sama (50% : 50%) dan 3) menggunakan proses ekstruksi untuk mencampur pati dengan bahan-bahan seperti protein kedelai, gliserol, alginat, lignin dan sebagainya sebagai *plasticizer* (Fringant C, 1996: 2668).

## **H. Karakterisasi Plastik Biodegradable**

### **1. Karakterisasi Gugus Ujung**

Karakterisasi gugus ujung dapat dilakukan menggunakan FTIR. Spektroskopi FTIR atau *Fourier Transform Infrared* dapat menganalisis gugus ujung suatu senyawa dengan kemampuan analisis yang lebih baik daripada sistem IR konvensional, termasuk dalam hal sensitivitas, kecepatan dan peningkatan pengolahan data. Kegunaan dari spektrum inframerah adalah memberikan keterangan

mengenai molekul. Serapan tiap tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-O, C=C, C-C, C=N, dan sebagainya) hanya dapat diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah. Kisaran serapan yang kecil dapat digunakan untuk menentukan setiap tipe ikatan. Spektroskopi infra merah merupakan teknik analisis yang sangat populer untuk analisis berbagai jenis sampel, baik sampel produk farmasetik, makanan, cairan biologis, maupun sampel lingkungan (Gandjar, 2013: 72) Absorpsi spektra infra merah sesuai karena perubahan energi getaran (vibrasi) disertai dengan perubahan energi rotasi. Lebih lanjut, interval spektrum elektro-magnetik infra merah memanjang dari 0,8 sampai 200  $\mu\text{m}$  (Kar, 2005: 300).

Ada dua daerah utama pada spektrum infra merah, yaitu (Kar, 2005: 300):

1. Daerah gugus fungsi: memiliki panjang gelombang 2,5 – 8,0  $\mu\text{m}$  dan bilangan gelombang 4000-1300  $\text{cm}^{-1}$
2. Daerah sidik jari: berada pada bilangan gelombang 1300-400  $\text{cm}^{-1}$

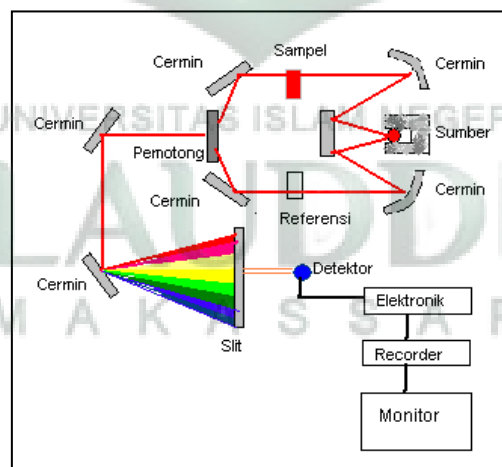
Spektrofotometer FTIR didasarkan pada ide adanya interferensi radiasi antara dua berkas sinar untuk menghasilkan suatu interferogram. Interferogram merupakan sinyal yang dihasilkan sebagai fungsi perubahan *pathlength* antara dua berkas sinar. Dua domain (jarak dan frekuensi) dapat ditukarbalikkan dengan metode matematik yang disebut dengan transformasi *Fourier* (Gandjar, 2013: 72).

Jumlah energi yang diperlukan untuk meregangkan suatu ikatan tergantung pada tegangan ikatan dan massa atom yang terikat. Bilangan gelombang suatu serapan dapat dihitung menggunakan persamaan yang diturunkan dari Hukum Hooke.

$$\nu = \frac{1}{2\pi c} \left[ \frac{f(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \right]^{1/2}$$

Persamaan di atas menghubungkan bilangan gelombang dari vibrasi regangan ( $\nu$ ) terhadap konstanta gaya ikatan ( $f$ ) dan massa atom (dalam gram) yang digabungkan oleh ikatan ( $m_1$  dan  $m_2$ ). Konstanta gaya merupakan ukuran tegangan dari suatu ikatan. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa ikatan yang lebih kuat dan atom yang lebih ringan menghasilkan frekuensi yang lebih tinggi. Semakin kuat suatu ikatan, makin besar energi yang dibutuhkan untuk meregangkan ikatan tersebut. Frekuensi vibrasi berbanding terbalik dengan massa atom sehingga vibrasi atom yang lebih berat terjadi pada frekuensi yang lebih rendah (Bruce, 2001: 16).

Pancaran infra merah pada umumnya mengacu pada bagian spektrum elektromagnetik yang terletak di antara daerah tampak dan daerah gelombang mikro. Sebagian besar kegunaannya terbatas di daerah antara  $4000\text{ cm}^{-1}$  dan  $666\text{ cm}^{-1}$  ( $2,5\text{--}15,0\text{ }\mu\text{m}$ ). Akhir-akhir ini muncul perhatian pada daerah infra merah dekat,  $14.290\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$  ( $0,7\text{--}2,5\text{ }\mu\text{m}$ ) dan daerah infra merah jauh,  $700\text{--}200\text{ cm}^{-1}$  ( $14,3\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ ) (Silverstein R. M., 1998: 77).



**Gambar 5.** Skema Komponen Dasar FTIR



Salah satu hasil kemajuan instrumentasi IR adalah pemrosesan data seperti Fourier Transform Infra Red (FTIR). Teknik ini memberikan informasi dalam hal kimia, seperti struktur dan konformasional pada polimer dan polipaduan, perubahan induksi tekanan dan reaksi kimia. Dalam teknik ini padatan diuji dengan cara merefleksikan sinar infra merah yang melalui tempat kristal sehingga terjadi kontak dengan permukaan cuplikan. Degradasi atau induksi oleh oksidasi, panas, maupun cahaya, dapat diikuti dengan cepat melalui infra merah. Sensitivitas FTIR adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispersi standar karena resolusinya lebih tinggi (Kroschwitz, 1990: 564).

Teknik pengoperasian FTIR berbeda dengan spektrofotometer infra merah. Pada FTIR digunakan suatu interferometer Michelson sebagai pengganti monokromator yang terletak di depan monokromator. Interferometer ini akan memberikan sinyal ke detektor sesuai dengan intensitas frekuensi vibrasi molekul yang berupa interferogram (Bassler, 1986: 245).

Interferogram juga memberikan informasi yang berdasarkan pada intensitas spektrum dari setiap frekuensi. Informasi yang keluar dari detektor diubah secara digital dalam komputer dan ditransformasikan sebagai domain, tiap-tiap satuan frekuensi dipilih dari interferogram yang lengkap (fourier transform). Kemudian sinyal itu diubah menjadi spektrum IR sederhana. Spektroskopi FTIR digunakan untuk:

1. Mendeteksi sinyal lemah
2. Menganalisis sampel dengan konsentrasi rendah
3. Analisis getaran (Silverstein R. M., 1998: 77).

## 2. SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Instrumen yang digunakan untuk karakterisasi mikroskopik dari pati adalah *Scanning Elektron Microscopy* (SEM). SEM adalah salah satu instrumen yang paling cakap/handal yang dapat digunakan untuk pengujian dan analisis morfologi struktur mikro dan karakterisasi komposisi kimia. Pembentukan gambar pada SEM tergantung pada penerimaan signal dari berkas elektron dan interaksi spesimen. Interaksi tersebut dapat dibagi menjadi dua, yaitu interaksi elastis dan interaksi inelastis. Penghamburan elastis dihasilkan dari pembelokan elektron yang masuk oleh spesimen inti atom atau oleh elektron kulit terluar dari energi yang sama. Sedangkan penghamburan inelastis terjadi melalui berbagai interaksi antara elektron yang masuk, elektron dan atom dari sampel, dan menghasilkan berkas elektron primer yang mentransfer energi besar untuk atom tersebut.

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan sejenis mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk melihat benda dengan resolusi tinggi. Analisis SEM bermanfaat untuk mengetahui mikrostruktur (termasuk porositas dan bentuk retakan) benda padat. Berkas sinar elektron dihasilkan dari filamen yang dipanaskan, disebut electron gun. Sebuah ruang vakum diperlukan untuk preparasi cuplikan. Cara kerja SEM adalah gelombang elektron yang dipancarkan electron gun terkondensasi di lensa kondensor dan terfokus sebagai titik yang jelas oleh lensa objektif. *Scanning coil* yang diberi energy menyediakan medan magnetik bagi sinar elektron. Berkas sinar elektron yang mengenai cuplikan menghasilkan elektron sekunder dan kemudian dikumpulkan oleh detektor sekunder atau detektor backscatter. Gambar yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik berbagai

intensitas di permukaan *Cathode Ray Tube* (CRT) sebagai topografi Gambar (Kroschwitz, 1990: 700).

Pada sistem ini berkas elektron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangannya diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar. Cuplikan yang akan dianalisis dalam kolom SEM perlu dipersiapkan dahulu, walaupun telah ada jenis SEM yang tidak memerlukan penyepuhan (*coating*) cuplikan. Terdapat tiga tahap persiapan cuplikan, antara lain :

1. Pelet dipotong menggunakan gergaji intan. Seluruh kandungan air, larutan dan semua benda yang dapat menguap apabila divakum, dibersihkan.
2. Cuplikan dikeringkan pada 60°C minimal 1 jam.
3. Cuplikan non logam harus dilapisi dengan emas tipis. Cuplikan logam dapat langsung dimasukkan dalam ruang cuplikan.

Sistem penyinaran dan lensa pada SEM sama dengan mikroskop cahaya biasa. Pada pengamatan yang menggunakan SEM lapisan cuplikan harus bersifat konduktif agar dapat memantulkan berkas elektron dan mengalirkannya ke ground. Bila lapisan cuplikan tidak bersifat konduktif maka perlu dilapisi dengan emas. Pada pembentukan lapisan konduktif, spesimen yang akan dilapisi diletakkan pada tempat sampel di sekeliling anoda. Ruang dalam tabung kaca dibuat mempunyai suhu rendah dengan memasang tutup kaca rapat dan gas yang ada dalam tabung dipompa keluar. Antara katoda dan anoda dipasang tegangan 1,2 kV sehingga terjadi ionisasi udara yang bertekanan rendah. Elektron bergerak menuju anoda dan ion positif dengan energi yang tinggi bergerak menumbuk katoda emas. Hal ini menyebabkan partikel emas menghambur dan mengendap di permukaan spesimen.

### 3. Kuat tarik

Dalam istilah umum, *strength* atau kekuatan dapat didefinisikan sebagai kemampuan suatu struktur untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan. Kerusakan dapat terjadi oleh perpecahan karena tekanan yang berlebihan, atau kemungkinan juga disebabkan oleh deformasi struktur. *Tensile* termasuk juga ketahanan material terhadap kuat tekan atau tegangan. Jumlah kekuatan yang dibutuhkan untuk memecah material dan perkiraan jumlah sebelum pecah adalah hal yang penting. Untuk kebanyakan material, ketahanan awal dari tekanan, atau modulus, dan titik deformasi tetap, berasal dari kurva tekanan (*force*) versus perpanjangan (*elongation*). Analisis kurva *force-elongation* atau tekanan-tegangan (*stress-strain*) dapat memberitahu banyak hal tentang material yang diuji, dan hal ini sangat membantu dalam memperkirakan sifat material tersebut. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan plastik (Gedney, 2005: 278).

Sifat-sifat plastik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI :

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat tarik (MPa)	24,7-302
2.	Persen elongasi (%)	21-220
3.	Hidrofobisitas (%)	99

(Sumber: (Darni, dkk., 2010: 90))

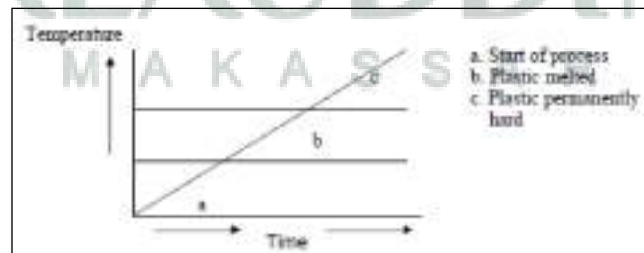
Polimer adalah suatu bahan yang terdiri atas unit molekul yang disebut monomer. Polimer alam yang telah dikenal diantaranya selulosa, protein, dan karet alam. Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu : Plastik termoplas, yaitu plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas, antara lain polietilena (PE), polipropilena (PP), dan nilon.



**Gambar 6.** Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Sifat Fisik Termoplas

(Mujiarto, 2005: 350)

Plastik termoplas bersifat lentur, mudah terbakar, tidak tahan panas, dan dapat didaur ulang. Plastik termoplas memiliki rantai lurus (Mujiarto, 2005: 350). Plastik termoset, yaitu plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi, antara lain PU (*Poly Urethane*), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), dan *polyester*. Plastik termoset bersifat kaku, tidak mudah terbakar, tahan terhadap suhu tinggi, dan berikatan *cross-linking* (Mujiarto, 2005: 350).



**Gambar 7.** Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Sifat Fisik Termoset

(Mujiarto, 2005: 350)

Pengembangan plastik *biodegradable* dari poli asam laktat (PLA) telah menarik perhatian dunia dan menjadi 2 produk yang paling penting sehingga kapasitas produksi akan mencapai 1,3 dan 0,8 juta metrik ton (Embuscado, M.E., 2009: 3). PLA dari fermentasi asam laktat menggunakan produk agrikultur dan mikroorganisme (Tokiwa, Y., 2009: 3722). PLA termasuk polimer terdegradasi yang diciptakan berdasarkan bioteknologi (hasil sintesis dari monomer alami). PLA lebih bagus daripada PCL, PHB, dan PBS dikarenakan termasuk dalam poliester alifatik dengan berat molekul yang kecil sehingga mikroorganisme mampu menguraikannya (Averous, L., 2012: 1).

Kualitas plastik *biodegradable* dapat dilihat dari sifat mekaniknya yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi padatan terlarut dalam larutan film, suhu, penambahan pemlastis, dan jenis polimer (Embuscado, M.E., 2009: 3). Pemlastis yang digunakan; gliserol, kitosan, dan gelatin. Gliserol bersifat fleksibel dan mengurangi kekakuan dari kitosan. Kitosan memperkuat gelatin yang rapuh dalam pembuatan plastik *biodegradable* karena dapat mengikat biopolimer lainnya (Nadiyah, N., 2010: 1).

**Tabel 3.** Perbandingan nilai standart PLA dengan plastik *biodegradable* yang dihasilkan

<b>Parameter PLA Plastik <i>Biodegradable</i> yang dihasilkan</b>	
Titik leleh (°C)	130-215201,110
Elongasi (%)	2,55,17
Kuat tarik (MPa)	5-1005,77
<i>Modulus young</i> (MPa)	4,90,14

Aplikasi PLA dapat digunakan untuk pembuatan plastik *Biodegradable* dan aplikasi medis seperti sistem penyaluran obat, benang bedah maupun pembuatan organ buatan (Inayatul dan Erna, 2015: 84).

#### **4. Uji Ketahanan Air**

Uji ketahanan air dari plastik berbahan polipropilen (PP) adalah sebesar 0,01 atau sebesar 1%, sehingga plastik tersebut efektif digunakan sebagai wadah makanan yang banyak mengandung air. Uji ketahanan air ini diperlukan untuk mengetahui sifat bioplastik yang dibuat sudah mendekati sifat plastik sintetis atau belum, karena konsumen plastik memilih plastik dengan sifat yang sesuai keinginan, salah satunya adalah tahan terhadap air.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sarka, 2011: 232-242) dengan membandingkan antara pati asli dengan pati terasetilasi dalam hal sifat ketahanan airnya, maka pati terasetilasi mampu meningkatkan tingkat ketahanan air plastik daripada pati asli.

#### **5. Degradasi Plastik**

Selain sifat fisik-mekanik, faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam pembuatan plastik adalah kemampuan degradasi. Alasan utama membuat plastik berbahan dasar biopolimer adalah sifat alamiahnya yang dapat hancur atau dapat terdegradasi dengan mudah. Menurut (Shah AA, 2008: 246–265) degradasi dinyatakan sebagai perubahan sifat bahan seperti perubahan sifat mekanik, warna, mengalami keretakan/pecah dan perubahan daya kelistrikannya. Pada umumnya setelah sampah plastik dibuang ke tanah, akan mengalami proses penghancuran alami baik melalui proses fotodegradasi (cahaya matahari atau katalisator), degradasi

kimiaawi (air atau oksigen), biodegradasi (bakteri, jamur, alga, atau enzim) atau degradasi mekanik (angin atau abrasi). (Sharma, 2011: 103) mengklasifikasi degradasi polimer yaitu foto-oksidatif degradasi, termal degradasi, ozon degradasi, mekanik degradasi, katalis degradasi dan biodegradasi.

Beberapa metode uji untuk mengetahui biodegradasi polimer antara lain ASTM dan ISO. Mengembangkan dua metode pengujian untuk mengukur degradabilitas plastik. Metode pertama meliputi prosedur laboratorium untuk pengukuran penguraian plastik dengan *composting* dengan cara menghitung perbedaan berat awal dan berat akhir. Metode kedua menggunakan ISO 14855 dengan penggunaan inokulum. (Mohee, 1998) menguji kemampuan degradasi dengan metode *composting*. Biodegradasi suatu polimer dapat dicirikan yaitu kehilangan berat, perubahan mekanik (kekuatan tarik dan perpanjangan putus), perubahan fisik, produksi karbondioksida, aktivitas bakteri dalam tanah dan perubahan distribusi berat molekul.

Menurut (Briassoulis D, 2004: 133) kriteria kualitas dan kuantitas untuk menentukan karakterisasi degradasi merupakan faktor yang sangat penting. Beberapa kriteria yang dapat dijadikan dasar untuk menentukan degradasi suatu polimer menurut (Briassoulis D, 2004: 133) antara lain 1) perubahan elongasi; perubahan elongasi terjadi bila ada perubahan pada phase amorphousnya. Perubahan elongasi berhubungan dengan perubahan kimia (pembentukan 19 kelompok karbonil) selama fotooksidasi (Wypych, 1995) ; 2) derajat kristalinitas; perubahan kristalinitas selama degradasi polimer sangat berhubungan dengan perubahan kimia seperti oksidasi, adanya *crosslinking* dan hidrolisis (Rabek, 1996) ; 3) berat molekul; 4) kuat tarik;



dan 5) densitas. Kriteria karakteristik utama yang digunakan oleh industri untuk mengetahui degradasi PE adalah perubahan elongasinya (Briassoulis D, 2004: 142).

Karakteristik polimer seperti kristalinitas, berat molekul, adanya *plasticizer*, dan penambahan bahan aditif akan mempengaruhi tingkat degradasi plastik (Artham T, 2008: 18). Pengaruh temperatur merupakan faktor yang sangat penting dalam degradasi yang dapat meningkatkan kecepatan reaksi kimia yang dihubungkan dengan degradasi. Beberapa perubahan yang terjadi dalam iradiasi polimer mempengaruhi sifat mekanik polimer. Jenis degradasi seperti hidrolisis dan oksidasi makromolekul dapat terjadi. Proses tersebut sangat tergantung pada jenis ikatan, keberadaan katalis dan temperatur (Briassoulis D, 2004: 142).

Menurut Dilara dan (Briassoulis D, 2004: 143) faktor-faktor penting mempengaruhi degradasi film LDPE rumah kaca adalah radiasi panas, suhu udara, RH, kekuatan mekanik dan polusi udara. Degradasi terjadi karena adanya mekanisme radikal bebas dengan skema tahapan proses inisiasi, propagasi, pemecahan rantai, dan terminasi. Radikal bebas yang dibentuk pada tahap awal, proses foto oksidasi propagasi, memberikan peningkatan proses oksidasi dengan adanya oksigen dan akhirnya memulai degradasi film PE. Proses oksidasi polimer mengakibatkan terbentuknya gugus baru dan peningkatan gugus karbonil ( $C=O$ ). Peningkatan gugus karbonil memudahkan akses mikroorganisme ke dalam molekul polimer. Selain itu, pembentukan gugus karbonil dapat dijadikan sebagai laju degradasi polimer. Menurut (Briassoulis D, 2004: 143), faktor-faktor yang mempengaruhi radiasi panas total pada degradasi LDPE antara lain panjang gelombang yang digunakan, difusi oksigen, proses dan mekanisme foto degradasi, persentase kristalinitas dan kuat tarik film.

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas plastik setelah kontak dengan mikroorganisme, yakni sifat hidrofobik, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan plastik.

Semakin besar bobot molekul suatu bahan semakin rendah biodegradabilitasnya. Selain bobot molekul, bentuk polimer (*powder*, *fiber* atau *film*) juga berpengaruh terhadap biodegradabilitas. Menurut kemampuan biodegradabilitas bioplastik tergantung beberapa faktor antara lain jenis plastik dan kondisi proses pengkomposan seperti suhu dan jenis inokulum yang digunakan. Proses terjadinya biodegradasi plastik pada lingkungan alam dimulai dengan tahap degradasi kimia yaitu dengan proses oksidasi molekul, menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah. Proses berikutnya adalah serangan mikroorganisme dan aktivitas enzim *intracellular* dan *extracellular* (Briassoulis D, 2004: 143).

Pemecahan polimer berawal dari bermacam proses/gaya fisik dan biologi. Proses fisik seperti pemanasan/pendinginan, pembekuan, atau pengeringan dapat menyebabkan perubahan mekanik seperti pecahnya polimer. Polimer sintetik seperti polikarbonat juga dapat didepolimerasi oleh enzim mikroba dengan menyerap monomer-monomer masuk ke dalam sel dan didegradasi (Goldberg, 1995: 61). Pada umumnya peningkatan berat molekul akan menurunkan kemampuan degradasi polimer oleh mikroorganisme. Tingginya berat molekul menghasilkan penurunan kelarutan yang membuat polimer sulit untuk dipecahkan oleh mikroba karena bakteri membutuhkan substrat untuk diasimilasi melalui membran seluler dan kemudian didegradasi oleh enzim seluler. Ada dua jenis enzim termasuk aktif dalam degradasi biologi polimer yaitu depolimerasi ekstraseluler dan intraseluler (Goldberg, 1995: 61).

Selain sifat hidrofobik, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, derajat kiralinitas, morfologi dan berat molekul bahan plastik, kecepatan biodegradasi polimer komposit juga dipengaruhi oleh kandungan bahan alami pada polimer tersebut. Sifat biodegradabilitas dari plastik berbasis pati sangat tergantung dari rasio kandungan pati. Semakin besar kandungan pati, maka semakin tinggi tingkat biodegradabilitasnya. (Arvanitoyannis I, 1998: 89-104) melaporkan persentase kehilangan bobot bioplastik berbahan baku LDPE/pati beras (60/40) sebesar 6,2% setelah dikubur selama 60 hari. Nilai tersebut lebih besar bila dibandingkan dengan bioplastik yang mengandung pati beras 10% dan 20% yaitu 1,9% dan 3,6%.

### ***I. Tinjauan Islam Mengenai Plastik Biodegradable***

Kehidupan manusia begitu kompleks akan terasa mudah dan ringan bila umat manusia berpegang teguh pada ajaran agama Islam. Peradaban Islam dikenal sebagai perintis dalam bidang farmasi. Para ilmuwan Muslim pada kejayaan Islam sudah berhasil menguasai riset ilmiah mengenai komposisi, dosis, penggunaan, dan efek dari obat-obat sederhana dan campuran. Selain menguasai bidang farmasi, masyarakat muslimpun tercatat sebagai peradaban pertama yang memiliki apotek atau toko obat (Masood, 2009: 25). Manusia diperintahkan untuk selalu berusaha dan bekerja keras.

Al-Qur'an sebagai kitab suci agama Islam di dalamnya banyak terangkum ayat-ayat yang membahas mengenai lingkungan, seperti perintah untuk menjaga lingkungan, larangan untuk merusaknya, dll. sebagaimana Firman Allah dalam Q.S. Ar-Rum Ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ  
يَرْجِعُونَ ٤١

Terjemahnya :

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. (Kementerian Agama RI, 2014: 408).

Surah Ar-Rum merupakan surah makkiyah terdiri dari 60 ayat, Sikap kaum musyrikin yang diuraikan dari ayat-ayat yang lalu, yang intinya adalah mempersekutukan Allah dan mengabaikan tuntunan-tuntunan agama, berdampak buruk terhadap diri mereka, masyarakat dan lingkungan. Ini dijelaskan oleh ayat diatas yang menyatakan : “Telah tampak kerusakan di darat, seperti kekeringan, paceklik, hilangnya rasa aman, dan di laut seperti ketergelaman, kekurangan hasil laut dan sungai, disebabkan karena perbuatan tangan manusia yang durhaka sehingga akibatnya Allah mencicipkan, yakni merasakan sedikit, kepada mereka sebagian dari akibat perbuatan mereka agar mereka kembali {ke jalan yang benar }”.

Kata (ظَهَرَ) “*zhahara*” pada mulanya berarti terjadinya sesuatu di permukaan bumi. Sehingga, karena dia dipermukaan, dia menjadi tampak dan terang serta diketahui dengan jelas. Kata *zhahara* pada ayat diatas dalam arti banyak dan tersebar.

Kata (الْفَسَادُ) “*al-fasad*”, menurut al- Ashfahani, adalah keluarnya sesuatu keseimbangan, baik sedikit maupun banyak. Kata ini digunakan untuk menunjukkan apa saja baik jasmani, jiwa, maupun hal-hal lain.

Sementara ulama membatasi pengertian kata *al-fasad* pada ayat ini dalam arti tertentu, seperti kemusyrikan, atau pembunuhan Qabil terhadap Habil, dan lain-lain. Pendapat-pendapat yang membatasi itu tidak memiliki dasar yang kuat. Beberapa

ulama kontemporer memahaminya dalam arti kerusakan lingkungan karena ayat diatas mengaitkan *fasad* tersebut dengan darat dan laut.

Ibnu Asyur mengemukakan beberapa penafsiran tentang ayat diatas dari penafsiran yang sempit hingga penafsiran yang luas. Makna terakhir yang dikemukakan adalah bahwa alam raya telah diciptakan Allah dalam satu system yang sangat serasi dan sesuai dengan kehidupan manusia. Tetapi, mereka melakukan kegiatan buruk yang merusak sehingga terjadi kepincangan dan ketidakseimbangan dalam system kerja alam. (M. Quraish Shihab, 2009: vol.10).

Telah muncul berbagai kerusakan di dunia ini sebagai akibat dari peperangan dan penyerbuan pasukan-pasukan, pesawat-pesawat terbang, kapal-kapal perang, dan kapal-kapal selam. Hal itu tiada lain karena akibat dari apa yang dilakukan oleh umat manusia berupa kezaliman, banyaknya lenyapnya perasaan dari pengawasan Yang Maha Pencipta. Dan mereka melupakan sama sekali akan hari hisab, hawa nafsu terlepas bebas dari kalangan sehingga menimbulkan berbagai macam kerusakan di muka bumi. Karena tidak ada lagi kesadaran yang timbul dari dalam diri mereka, dan agama tidak dapat berfungsi lagi untuk mengekang kebinalan hawa nafsunya serta mencegah keliarannya. Akhirnya Allah swt. merasakan kepada mereka balasan dari sebagian apa yang telah mereka kerjakan berupa kemaksiatan dan perbuatan-perbuatan lalu yang berdosa. Barangkali mereka mau kembali dari kesesatannya lalu bertaubat dan kembali kepada jalan petunjuk. Dan mereka kembali ingat bahwa setelah kehidupan ini ada hari yang pada hari itu semua manusia akan menjalani penghisaban amal perbuatannya.

Sesudah Allah menjelaskan bahwa timbulnya kerusakan sebagai akibat dari perbuatan tangan manusia sendiri. Lalu Dia memberikan petunjuk kepada mereka,

bahwa orang-orang sebelum mereka telah melakukan hal yang sama seperti apa yang telah dilakukan oleh mereka. Akhirnya mereka tertimpa azab dari sisi-Nya, sehingga mereka dijadikan pelajaran buat orang-orang sesudah mereka dan sebagai perumpamaan-perumpamaan bagi generasi selanjutnya (Al-Maraghi, 1993: 101).

Pada surat Ar-Rum ayat 41 dapat dianalisa bahwa ayat ini mengharapakan seorang muslim dapat menyadari pentingnya menjaga serta melestarikan alam lingkungan, dan juga tidak membuat kerusakan terhadap alam lingkungan. Dengan artian jika akan melakukan sesuatu harus melalui pertimbangan pemikiran yang matang akan akibat yang ditimbulkannya agar tidak terjadi hal-hal yang sifatnya merusak lingkungan (Al-Maraghi, 1993: 101).

Oleh sebab itu dibuatlah plastik *biodegradable* ramah lingkungan terbuat dari pati umbi gadung yang merupakan tanaman potensial merupakan sumber yang dapat diperbaharui serta tanaman umbi – umbian yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, Potensi gadung cukup prospektif untuk dikembangkan karena mengandung karbohidrat yang cukup tinggi sehingga diharapkan mudah terurai oleh bakteri dan yang beda dengan plastik sintetis yang sulit diurai oleh mikroorganisme yang dapat merusak lingkungan.

Adapun mengenai hadits Rasulullah saw. tentang peduli lingkungan ini banyak sekali, salah satu diantaranya sebagai berikut :

حَدِيثُ جَابِرِ ابْنِ عَبْدِ اللَّهِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا، قَالَ : كَانَتْ لِرَجَالٍ مِنَّا فُضُولُ أَرْضَيْنِ، فَقَالُوا نُوَاجِرُهَا بِالثُّلُثِ وَالرُّبْعِ وَالنِّصْفِ، فَقَالَ النَّبِيُّ ص.م. : مَنْ كَانَتْ لَهُ أَرْضٌ فَلْيُزِرْ عَهَا أَوْلِيَمَنْحَهَا أَخَاهُ فَإِنَّ أَبِي فَلْيُمْسِكْ أَرْضَهُ.

Artinya :

“ Hadist Jabir bin Abdullah r.a, Ada beberapa orang dari kami mempunyai simpanan tanah. Lalu mereka berkata: Kami akan sewakan tanah itu (untuk

mengelolainya) dengan sepertiga hasilnya, seperempat dan seperdua. Rosulullah saw. bersabda: Barangsiapa ada memiliki tanah, maka hendaklah ia tanami atau serahkan kepada saudaranya (untuk dimanfaatkan), maka jika ia enggan, hendaklah ia memperhatikan sendiri memelihara tanah itu.” (HR. Imam Bukhori).

Dari ungkapan Nabi saw. dalam hadits diatas yang menganjurkan bagi pemilik tanah hendaklah menanam lahanya atau menyuruh saudaranya (orang lain) untuk menanaminya. Ungkapan ini mengandung pengertian agar manusia jangan membiarkan lingkungan (lahan yang dimiliki) tidak membawa manfaat baginya dan bagi kehidupan secara umum. Memanfaatkan lahan yang kita miliki dengan menanaminya dengan tumbuh-tumbuhan yang mendatangkan hasil yang berguna untuk kesejahteraan pemiliknya, maupun bagi kebutuhan konsumsi orang lain. Hal ini merupakan upaya menciptakan kesejahteraan hidup melalui kepedulian terhadap lingkungan. Allah swt. telah mengisyaratkan dalam Al-Qur'an supaya memanfaatkan segala yang Allah ciptakan di muka bumi ini.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Lokasi Penelitian**

##### **1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan studi kuantitatif berupa pengaruh konsentrasi bahan penaut silang terhadap karakteristik plastik *biodegradable* hasil taut silang pati.

##### **2. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Farmasetik Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Laboratorium Fisika Balai Besar Hasil Industri Perkebunan, Makassar.

#### **B. Pendekatan Penelitian**

Peneliti menggunakan pendekatan kepustakaan dan eksperimen. Pendekatan kepustakaan adalah pendekatan yang dilakukan dengan menghimpun informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang diteliti. Pendekatan ini didasarkan pada teori-teori yang melingkupi masalah dan bidang penelitian dengan memanfaatkan sumber kepustakaan dari buku, jurnal penelitian dan lain-lain. Pendekatan ini dimaksudkan untuk memperoleh penelitian mengenai pengaruh konsentrasi bahan penaut silang terhadap karakteristik baik dari sifat fisik, mekanik maupun sifat degradasi dari plastik *biodegradable* dengan menggunakan pati gadung sebagai bahan baku utama. Pendekatan eksperimental dilakukan dengan membuat formula



yang sesuai untuk pembuatan plastik *biodegradable* dari pati ini. Pendekatan ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana pengaruh konsentrasi bahan penaut silang dari pembuatan plastik *biodegradable* apakah telah sesuai berdasarkan pengkajian literatur dan formulatur yang diinginkan ataukah tidak sesuai.

### **C. Instrumen Penelitian**

#### **1. Alat yang digunakan**

Alat yang digunakan yaitu lain alat-alat gelas (Pyrex<sup>®</sup>), Baskom, Blender, gelas arloji, hot plate (Akebonno<sup>®</sup>), neraca analitik (Kern<sup>®</sup>), oven (memmert<sup>®</sup>), pelat kaca, Pisau, pinset, *stamper* dan *mortar*, sendok tanduk, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) (Bruker<sup>®</sup>), Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared/FT-IR* (Thermo Scientific<sup>®</sup>), alat *Tensile Strength* ASTM D638-02a-2002 (LF Plus<sup>®</sup>), Termometer (Pyrex<sup>®</sup>).

#### **2. Bahan yang digunakan**

Bahan yang digunakan yaitu pati umbi gadung yang diperoleh dari Desa Sampeang, palopo Sulawesi Selatan, Gliserol (PT. Sumber Rejeki), Sukrosa (PT. Intraco), Natrium metaperiodate (PT. Intraco), Air suling (PT. Intraco).

### **D. Teknik Pengolahan dan Analisis Data**

#### **1. Teknik Pengolahan Sampel**

- a. Pembuatan pati alami (Amna, 2015: 4)

Umbi gadung yang telah dibersihkan dan telah direndam dalam larutan garam selama 3 hari diparut dan dihancurkan dengan blender dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:1. Bubur pati kemudian disaring dengan menggunakan kain saring guna memisahkan ampasnya. Filtrat hasil penyaringan

kemudian diendapkan. Endapan yang terbentuk kemudian dipisahkan dengan cara membuang airnya kemudian dikeringkan.

b. Pembuatan sukrosa oksidasi (Jalaja K., 2015: 273)

Sukrosa 0,01 mol dilarutkan dalam 50 ml air suling kemudian dioksidasi dengan  $\text{NaIO}_4$  0,02 mol lalu di diamkan dalam ruang gelap selama 6 jam.

c. Pembuatan Bioplastik (Canisag, 2015: 28)

**Tabel 4.** Formulasi Pembuatan Bioplastik

Bahan	F <sub>0</sub>	F <sub>B1</sub>	F <sub>B3</sub>	F <sub>B5</sub>	Fungsi
Sukrosa oksidasi (%)	0	1	3	5	<i>Crosslinker</i>
Pati umbi gadung (g)	5	5	5	5	Bahan baku
Gliserol (%)	20	20	20	20	<i>Plasticizer</i>
Air suling hingga (ml)	100	100	100	100	Pelarut

Dibuat terlebih dahulu pati pregelatinasi sebagai kontrol lalu dibuat dispersi pati dengan menambahkan 5 gram umbi gadung dalam 100 ml air suling dengan pengadukan secara kontinyu. Dipanaskan larutan kanji pada suhu 90°C selama 30 menit diaduk terus menerus hingga menghasilkan gel. Ditambahkan sukrosa oksidasi 1% ke dalam larutan kanji. Diaduk hingga membentuk gel dan homogen, ditambahkan gliserol 20%. Diaduk hingga homogen. Larutan kanji dibiarkan dingin. Lalu dituang ke dalam plat kaca, ratakan permukaan plastik dengan cara di goyangkan. Dikeringkan di oven. Diulangi perlakuan sama pada penambahan sukrosa oksidasi dengan konsentrasi 3% dan 5%.

## 2. Analisis Data

### a. Pengujian organoleptik

Pengujian organoleptik dilihat dengan memperhatikan warna dari masing-masing sampel bioplastik.

### b. Pengujian morfologi bioplastik (Harsojuwono, dkk., 2016: 100)

Bentuk dari bioplastik dilihat dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

### c. Pengujian gugus fungsi bioplastik (Harsojuwono, dkk., 2016: 100)

Pengamatan dan pembentukan gugus fungsi pati diamati dengan menggunakan spektrofotometer FT-IR.

### d. Uji Sifat Mekanik (Anggarini, 2013: 38)

Sampel yang telah jadi dipotong dengan ukuran 2×8 cm untuk pengujian mekanis yang dilakukan dengan menggunakan alat kuat tarik. Dari alat tersebut diperoleh nilai gaya tarik hingga putus dan perpanjangan hingga putus. Sampel diuji dengan alat *tensile strength* sesuai dengan ASTM D638-02a-2002. untuk polimer plastik.

### e. Uji penyerapan air (*Swelling Power*)

Uji ini didasarkan pada metode yang dilakukan oleh (Pimpan, 2001: 26). Plastik dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. plastik yang telah dipotong kemudian ditimbang dengan neraca analitik. Plastik dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 ml yang telah diisi air suling sebanyak 50 ml, kemudian didiamkan dalam suhu kamar. Setiap satu menit, plastik diambil, air di permukaan plastik dilap dengan tisu, kemudian ditimbang. Langkah ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh berat konstan.

Berdasarkan hasil pengukuran berat tersebut, dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Air yang diserap (Swelling power)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:  $W_0$  = Berat sampel kering

$W$  = Berat sampel setelah dikondisikan dalam air suling.

f. Uji Ketahanan Air

Kemudian, persen air yang diserap dikalkulasi lagi dalam perhitungan berikut untuk mendapatkan persen ketahanan air.

Ketahanan air terhadap plastik =  $100\% - \text{persen air yang diserap}$

g. Uji Biodegradabilitas

Uji ini didasarkan pada metode yang dilakukan oleh (Pimpan, 2001, hal. 26) yang telah dimodifikasi. Plastik dipotong dengan ukuran 5 cm x 1 cm. Plastik ditimbang untuk berat awalnya. Sampel dikubur dalam tanah selama  $\pm 9$  hari. Kemudian sampel dikeringkan menggunakan *tissue* dan ditimbang sampai diperoleh berat yang konstan.

Perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Kehilangan berat} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :  $W_1$  adalah berat sampel sebelum penguburan

$W_2$  adalah berat sampel setelah penguburan.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengamatan

##### 1. Hasil pembuatan bioplastik

Plastik *biodegradable* dibuat dengan variasi sukrosa oksidasi sebagai agent *crosslinker* masing-masing 1%, 3% dan 5% dengan berat pati masing-masing 5 gram dalam 100 ml air suling. Hasil pembuatan bioplastik ditunjukkan pada tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil pembuatan bioplastik dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang

No	Pati	Air suling	Gliserol	Sukrosa oksidasi	Hasil
1	5 gram	Add 100 ml	20 %	- (F <sub>0</sub> )	
2				1% (F <sub>B1</sub> )	
3				3% (F <sub>B3</sub> )	
4				5% (F <sub>B5</sub> )	

## 2. Hasil Karakterisasi Plastik *Biodegradable*

### a. Pengujian Organoleptik

Plastik *biodegradable* yang telah dibuat di amati warna nya. Hasil pengamatan warna ditunjukkan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil uji pengamatan warna pada plastik *biodegradable*

No	Sampel	Warna
1	F <sub>0</sub> 0%	Putih
2	F <sub>B1</sub> 1%	Putih kekuningan
3	F <sub>B3</sub> 3%	Kuning kecoklatan
4	F <sub>B5</sub> 5%	Coklat kehitaman

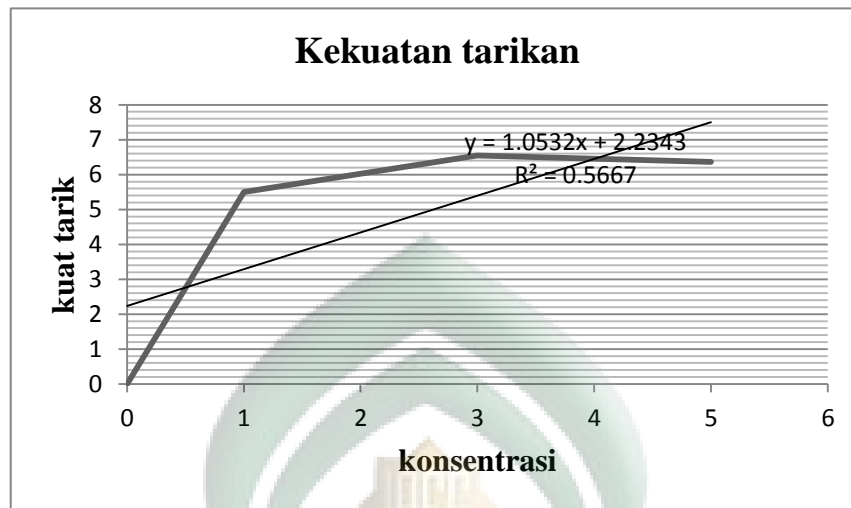
### b. Hasil uji kekuatan tarik bioplastik

Plastik *biodegradable* yang telah dibuat di uji kekuatan tariknya menggunakan alat kuat tarik dengan metode ASTM D638-02a-2002. Hasil uji kuat tarik ditunjukkan pada tabel 7.

**Tabel 7.** Uji kuat tarik dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang

No	Sampel	Kuat Tarik (N/mm <sup>2</sup> )
1	F <sub>0</sub> 0%	0,0007
2	F <sub>B1</sub> 1%	5,5042
3	F <sub>B3</sub> 3%	6,5444
4	F <sub>B5</sub> 5%	6,3667

Pengaruh bahan penaut silang terhadap tingkat kekuatan tarik pada masing-masing plastik *biodegradable* dapat dilihat pada grafik sebagai berikut.



**Gambar 8.** Grafik hubungan konsentrasi terhadap kuat tarik bioplastik

c. Hasil analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Analisis FT-IR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat pada sampel plastik *biodegradable* yang paling optimum. Hasil uji FT-IR ditunjukkan pada tabel 8.

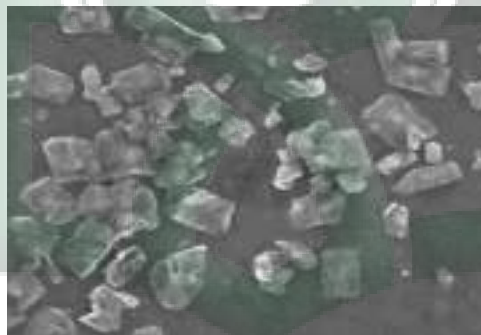
**Tabel 8.** Hasil karakterisasi FT-IR plastik *Biodegradable* terhadap pengaruh bahan penaut silang

Jenis vibrasi	Regangan	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )			
		F <sub>0</sub>	F <sub>B1</sub>	F <sub>B3</sub>	F <sub>B5</sub>
O – H alkohol stretch	3800-2700	3398,48	3855,67 3611,49	3855,82	3627,74
C – H aldehid stretch	3000-2850	2928,20	-	2879,68	2246,67
C≡C alkuna	2150-2100	2076,47 2146,78	2147,76	2147,88	2148,58
C=C alkena	1900-1500	1639,23	1652,46	1659,90	1659.92

C=O keton	1875-1600	-	1870,43	1871,21	1873,52
C-O-C eter	1300-1000	1078,95 1025,05 1153,95	-	-	-

d. Hasil analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan sampel plastik *Biodegradable* yang dilakukan pada sampel kontrol (-) dan yang optimum dari hasil uji kuat tarik yaitu  $F_{B3}$ . Hasil uji SEM ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 9.** Morfologi  $F_0$  0% perbesaran 10.000 kali



**Gambar 10.** Morfologi  $F_{B3}$  3% perbesaran 10.000 kali



e. Uji *Swelling power* dan Ketahanan terhadap air

Uji ketahanan terhadap air dilakukan pada semua sampel bioplastik yang telah di uji kuat tariknya. Hasil ketahanan terhadap air ditunjukkan pada tabel 9.

**Tabel 9.** Uji Ketahanan Air dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang

No	Sampel	Air yang Terserap (%)	ketahanan air (%)
1	F <sub>0</sub>	80,82	19,17
2	F <sub>B1</sub> (1%)	54,45	45, 55
3	F <sub>B3</sub> (3%)	52,06	47,94
4	F <sub>B5</sub> (5%)	74,52	25,48

f. Hasil uji biodegradabilitas bioplastik

Uji biodegradabilitas bioplastik dilakukan pada ke empat sampel yang telah dibuat dengan perlakuan berbeda-beda yang telah di uji kuat tariknya. Hasil uji biodegradabilitas bioplastik ditunjukkan pada tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil uji biodegradabilitas bioplastik dengan variasi konsentrasi bahan penaut silang

No	Sampel	kehilangan berat (%)
1	F <sub>0</sub>	79,97
2	F <sub>B1</sub> (1%)	38,13
3	F <sub>B3</sub> (3%)	31,7
4	F <sub>B5</sub> (5%)	34,1

## B. Pembahasan

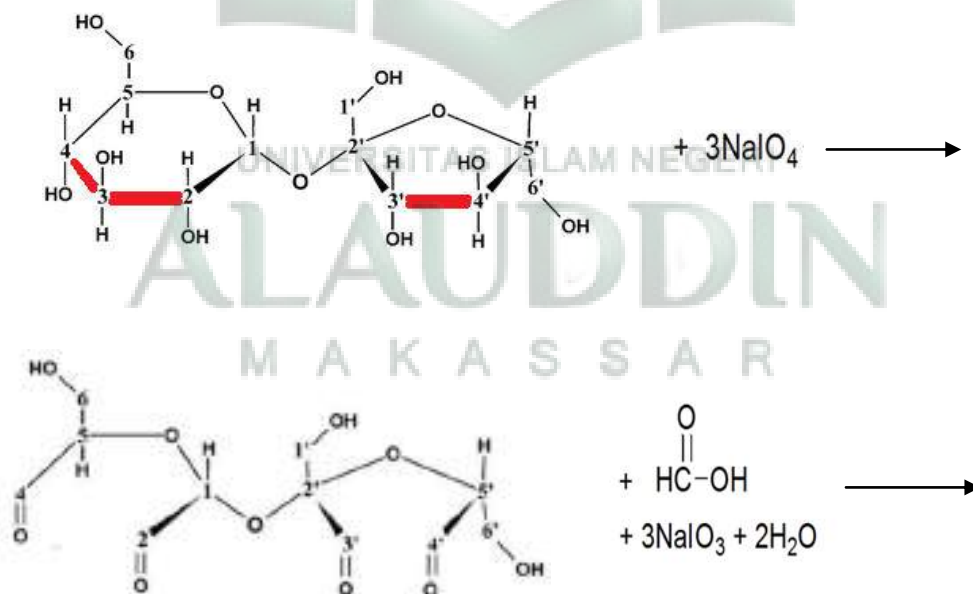
Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetis dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Maka, dibutuhkan adanya alternatif bahan plastik yang diperoleh dari bahan yang mudah didapat dan tersedia di alam dalam jumlah besar dan murah tetapi mampu menghasilkan produk dengan kekuatan yang sama yaitu bioplastik (Samsul Aripin, 2017: 80).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik dan fisik plastik *biodegradable*, menurut (Briassoulis D, 2004: 133) antara lain 1) perubahan elongasi; perubahan elongasi terjadi bila ada perubahan pada phase amorphousnya. Perubahan elongasi berhubungan dengan perubahan kimia (pembentukan 19 kelompok karbonil) selama fotooksidasi ; 2) derajat kristalinitas; perubahan kristalinitas selama degradasi polimer sangat berhubungan dengan perubahan kimia seperti oksidasi, adanya *crosslinking* dan hidrolisis ; 3) berat molekul; 4) kuat tarik; dan 5) densitas.

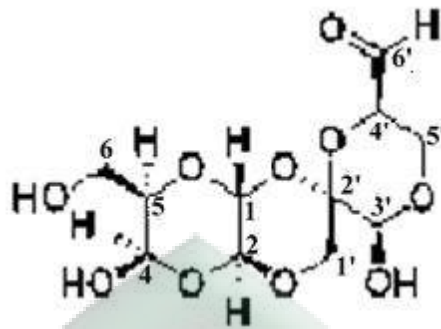
Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh pati umbi gadung dengan cara di kupas umbi gadung segar yang didapatkan lalu dibersihkan di air mengalir gunanya agar kotoran yang ada pada umbi gadung dapat hilang kemudian dipotong kecil-kecil untuk memperkecil luar permukaannya, untuk menghilangkan racun pada umbi gadung dilakukan perendaman di air yang telah diberi garam proses perendaman di lakukan selama 3 hari dengan mengganti air rendaman tiap hari agar umbi tidak berbau, kemudian dibilas lagi dengan air mengalir, diblender umbi gadung hingga halus dan diendapkan semalaman untuk mendapatkan endapan yang

banyak. hasil endapan diangin-anginkan kemudian di oven pada suhu 50°C selama 48 jam, lalu di ayak dengan mesh 120 untuk mendapatkan ukuran pati yang sama.

Selanjutnya dibuat sukrosa oksidasi sebagai agen taut silang, penggunaan sukrosa oksidasi dalam penelitian ini bertujuan agar plastik yang dibuat dari pati semakin rigid sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik dari plastik. Penggunaan sukrosa oksidasi dipilih karena sukrosa teroksidasi bisa menjadi pilihan baru sebagai agen dasar *cross-linker* baru, efisiensi reaksi berpotensi tinggi, bersifat biokompatibel. Sedangkan penyebab utama toksisitas lingkungan yaitu glutaraldehid dan formaldehid (Canisag, 2015: 24). Dibuat sukrosa oksidasi dengan cara melarutkan 3,42 gram (0,1 mol) sukrosa ke dalam 50 ml air suling lalu di timbang natrium metaperiodate sebanyak 4,27 gram (0,2 mol) ke dalam larutan sukrosa yang telah dibuat sebelumnya. Disimpan dalam ruang gelap selama 6 jam (Jalaja K., 2015: 273) terjadi ikatan reaksi seperti yang ditunjukkan pada gambar 10.



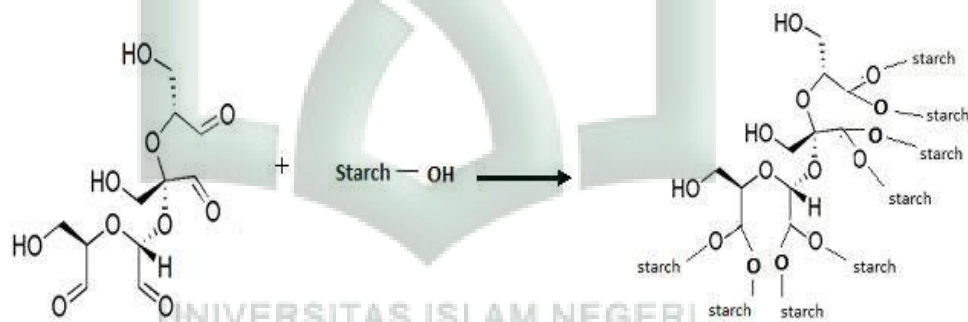
Derivate tetraaldehida dari sukrosa



Salah satu bentuk hemiacetal teroksidasi

**Gambar 11.** Oksidasi sukrosa metaperiodate

Adapun tujuan dari oksidasi sukrosa yaitu agar terbentuk gugus aldehid sehingga mampu berikatan silang dengan pati nantinya, seperti pada gambar 12.



**Gambar 12.** Pati silang dengan sukrosa teroksidasi

Menurut (Canisag, 2015: 24) seperti yang dinyatakan sebelumnya, sukrosa adalah gula non-pereduksi dan biasanya tidak menghasilkan senyawa yang mengandung gugus aldehida. Namun sukrosa teroksidasi, memiliki gugus aldehid, diperoleh dengan pemecahan natrium periodate. Natrium periodate ( $\text{NaIO}_4$ ) diperkirakan dapat memecah 1, 2-diols (diol-diol). Selain itu, Pembentukan hemiacetal diharapkan terjadi secara bersamaan, dan tiga aldehid kelompok

diharapkan bereaksi secara intermolekuler dengan gugus hidroksil yang tersisa. Oleh karena itu, produk oksidasi diharapkan menjadi campuran hemiacetals dan sukrosa teroksidasi dengan kelompok aldehida. Sukrosa teroksidasi yang baru terbentuk memiliki ikatan karbon rangkap ganda dan kelompok hidroksil berkurang. Kelompok Aldehid dari sukrosa teroksidasi diharapkan dapat secara kimia terikat pada kelompok hidroksil di pati. Pembentukan asetal diharapkan terjadi dengan penambahan alkohol ke aldehid. Jadi, setelah ikatan silang, gugus aldehida dalam sukrosa teroksidasi diharapkan hilang dan ikatan gugus baru diharapkan terbentuk dalam film pati yang berikatan silang.

Selanjutnya dibuat plastik *biodegradable* dari pati umbi gadung, Pembuatan bioplastik dilakukan dengan metode *blending* (pencampuran), Dibuat terlebih dahulu pati pregelatinasi untuk kontrol yang digunakan sebagai pembanding. lalu dibuat larutan pati dengan mencampurkan 5 gram umbi gadung dalam 100 ml air suling aduk hingga membentuk larutan kanji. Pemanasan dilakukan pada suhu 90°C selama 30 menit di aduk terus menerus hingga menghasilkan gel. Tambahkan sukrosa oksidasi 1% ke dalam larutan kanji. Aduk hingga homogen, ditambahkan gliserol 20% sebagai pemplastis. Penggunaan gliserol 20% mampu mencapai nilai optimum dari pembuatan plastik berstandar SNI (Anggarini, 2013: 38). Aduk hingga homogen. Larutan kanji dibiarkan dingin untuk menghilangkan gelembung. Kemudian larutan dicetak pada plat kaca berukuran 20 x 20 cm lalu diratakan. Di keringkan selama 72 jam di suhu kering. Diulangi perlakuan sama pada penambahan sukrosa oksidasi dengan konsentrasi 3% dan 5%. Hasil plastik *biodegradable* pati gadung dapat dilihat pada tabel 5.

Selanjutnya dilakukan beberapa pengujian plastik *biodegradable* meliputi uji organoleptik, uji kuat tarikan plastik, uji ketahanan air, analisis FTIR, analisis SEM dan uji biodegradasi plastik.

Pada pengujian organoleptik pada semua sampel diperoleh hasil yaitu pada sampel  $F_0$  warna dari bioplastik adalah putih dan terlihat rapuh, pada sampel  $F_{B1}$  warna yang dihasilkan yaitu bening tetapi pada penyimpanan beberapa hari setelah pembuatan terjadi perubahan warna sedikit kekuningan hal ini terjadi karena bioplastik dapat teroksidasi pada udara bebas, begitupun dengan sampel  $F_{B3}$  dan  $F_{B5}$  sampel yang diperoleh mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan hal ini terjadi karena adanya senyawa iodine yang menimbulkan efek *browning* pada sampel, selain itu sukrosa yang terkandung dalam bioplastik dapat menyebabkan plastik berubah menjadi coklat karena adanya pemanasan.

Salah satu pengujian suatu polimer yang sering diujikan untuk mengetahui kualitasnya, terutama golongan plastik adalah pengujian sifat mekanik. Dalam penelitian ini pengujian sifat mekanik yang dilakukan adalah penentuan nilai kuat tarik. Nilai kuat tarik menunjukkan kekuatan tarik plastik yang dihasilkan ketika mendapat beban. Nilai tersebut menggambarkan kekuatan tegangan maksimum bahan untuk menahan gaya yang diberikan (Surdia, 1995 dalam Samsul, 2017: 11). Pada tabel 7 nilai kuat tarik maksimal ditunjukan pada bioplastik dengan konsentrasi sukrosa oksidasi 3% hal ini dikarenakan Semakin banyak penambahan sukrosa oksidasi maka akan semakin meningkatkan kekuatan tarikan pada bioplastik tetapi pada pengujian sampel  $F_{B5}$  terjadi penurunan kekuatan tarikannya. Sedangkan Pada  $F_0$ , kuat tarik yang dihasilkan lebih kecil nilai dibandingkan dengan yang lain sebab tanpa modifikasi pati, pati akan sesuai sifatnya yaitu mudah rapuh. Dalam (Canisag,

2015: 41) mengatakan Film pati crosslinking dengan sukrosa teroksidasi meningkatkan kekuatan tarik film lebih dari 160%, Crosslinking membuat suatu penghubung intermolekul yang kuat. Namun, ada jumlah optimum sukrosa teroksidasi yang diperlukan untuk mendapatkan peningkatan yang baik pada kekuatan tarik maupun perpanjangan film. Konsentrasi sukrosa teroksidasi kurang dari 5% tidak memberikan perbaikan lebih banyak, hal ini menunjukkan tidak masuknya plastik dalam standar SNI yaitu 24,7-302 MPa tetapi dalam literatur (Inayatul dan Erna, 2015: 84) berdasarkan parameter kuat tarik jenis plastik PLA (*polylactic acid*) nilai kuat tariknya masuk dalam standar yaitu 5-1005,77 MPa. Plastik PLA (*polylactic acid*) merupakan plastik yang diproduksi melalui fermentasi gula atau starch oleh *Lactobacillus* menjadi lactic acid yang selanjutnya dipolimerisasi dengan bantuan panas dan katalis logam menjadi PLA. Aplikasi plastik yang dihasilkan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai pembungkus makanan. Sedangkan aplikasi PLA (*polylactic acid*) dapat digunakan untuk pembuatan plastik *Biodegradable* dan aplikasi medis seperti sistem penyaluran obat, benang bedah maupun pembuatan organ buatan. Di Konsentrasi rendah, sukrosa teroksidasi tidak mampu membuat cukup intermolekuler hubungan antara rantai pati dan tidak dapat memberikan kekuatan tarik yang lebih baik. Di sisi lain, dengan meningkatnya konsentrasi sukrosa yang dioksidasi, kekuatan tarik mulai Turun setelah titik tertentu. Bila konsentrasi zat pengikat silang lebih dari 5%, terlalu banyak interkoneksi antara rantai pati. Karena itu, saat energi diaplikasikan terjadi gesekan kenaikan dan walaupun menggunakan agen taut silang yang berlebih, filmnya akan dipatahkan oleh suatu titik yang mulai melemah. Hal ini menyebabkan penurunan pada kekuatan tariknya. Sifat mekanik film plastik juga dipengaruhi oleh

besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun film yaitu pati dan gliserol. Gliserol sebagai *plasticizer* dapat memberikan sifat elastis pada plastik. Film berbahan pati saja bersifat lebih elastis serta memiliki kekuatan tarik dan persen elongasi yang rendah (Darni Y., 2009: 88). Dengan kata lain Hasil penambahan sukrosa oksidasi pada bioplastik menunjukkan bahwa adanya interaksi dalam film campuran (bioplastik pati- sukrosa oksidasi). Penambahan sukrosa oksidasi dapat menambah nilai kuat tarik pada bioplastik. Tetapi pada penambahan berlebih, Semakin banyak sukrosa oksidasi yang ditambahkan, maka nilai kuat tarik bioplastik akan menurun, sehingga bioplastik yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang rapuh pada titik tertentu.

Selanjutnya pengujian ketahanan terhadap air diperoleh hasil yaitu untuk kontrol air yang terserap mencapai 80,2% sedangkan ketahanan plastik terhadap air hanya 19,7% ,  $F_{B1}$  air yang terserap mencapai 54,4 % sedangkan ketahanan plastik terhadap air yaitu 45,55%. Pada  $F_{B3}$  air yang terserap mencapai 52,06 % sedangkan ketahanan plastik terhadap air hanya 47,94 % ,  $F_{B5}$  air yang terserap mencapai 74,52% sedangkan ketahanan plastik terhadap air yaitu 25,48% . (Al Ummah, 2013: 53) mengatakan uji ketahanan air yaitu uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bahan tersebut terhadap air. Pada film plastik diharapkan air yang terserap pada bahan sangat sedikit atau dengan kata lain daya serap bahan tersebut terhadap air harus rendah. Sifat ini dipengaruhi oleh komponen - komponen penyusun film plastik, seperti bahan dan pemlastis. Pada penelitian ini hasil terbaik ditunjukkan pada  $F_{B3}$ . Dengan penyerapan air paling sedikit hal ini terjadi karena polimer pati dan agen taut silang membentuk suatu ikatan yang menyebabkan semakin rigid nya atau semakin kuatnya plastik untuk menghambat air. Nilai persen



penyerapan air terhadap  $F_{B1}$  dan  $F_{B3}$  hampir sama dikarenakan jumlah konsentrasi gliserol yang digunakan sama sehingga penyerapan air pun hampir sama. Penggunaan gliserol sebagai pemplastik juga menyebabkan penurunan kuat tarik semakin menurun jumlah kuat tarik suatu plastik maka semakin meningkat keelastisan suatu plastik sehingga penyerapan air semakin besar akibat melebarnya pori-pori permukaan bioplastik. Hal ini dapat pula dilihat pada pengujian kontrol pati yang hanya dapat menahan air sekitar 19,7% saja ini menandakan bahwa kontrol bersifat sangat rapuh akibat tidak adanya penambahan taut silang. Lain halnya  $F_{B5}$  5% yang terlihat perbedaannya penurunan ketahanan air turun sangat signifikan di bandingkan dengan  $F_{B1}$  1% dan  $F_{B5}$  5% hal ini terjadi karena menurut (Canisag, 2015: 41) penggunaan sukrosa oksidasi apabila digunakan pada konsentrasi lebih dari 5% akan menimbulkan interkoneksi antar rantai pati, hal ini menyebabkan penurunan kualitas plastik dari segi kekuatan tarikannya dan menjadikan bioplastik akhirnya rapuh sehingga berpengaruh pada hasil ketahanan yang diperoleh. Hasil bioplastik yang mendekati standar SNI hidrofobisitas 99% yaitu  $F_{B3}$  3% dengan nilai 47,94 %.

Selanjutnya telah dilakukan pengujian degradasi pada sampel bioplastik yang berbeda konsentrasi bahan penautnya, pengujian dilakukan selama 9 hari, menggunakan metode *soil burial test* yaitu dengan mengubur plastik ke dalam tanah lalu di amati penurunan massa yang terjadi dalam selang waktu yang ditentukan.

Bagaimanapun, biodegradasi tidak sepenuhnya berarti bahwa material *biodegradable* akan selalu terdegradasi. Berdasarkan standar *European Union* tentang biodegradasi plastik, plastik *biodegradable* harus terdekomposisi menjadi karbondioksida, air, dan substansi humus dalam waktu maksimal 6 sampai 9 bulan (Sarka, 2011: 240). Percobaan yang dilakukan (Sarka, 2011: 240) dengan

menggunakan pati dari gandum, menunjukkan bahwa semakin banyak bagian patinya, maka semakin mudah bagi plastik tersebut untuk terdegradasi, sedangkan antara pati asli dengan pati terasetilasi, menunjukkan bahwa pati asli lebih mudah terdegradasi daripada pati yang telah termodifikasi.

Hasil analisis gugus fungsi antara pati kontrol dan hasil *crosslinking* tidak jauh berbeda hanya saja perubahan panjang gelombang terjadi pada peak pati kontrol dan *crosslinking* adanya indikasi terjadinya taut silang pada sampel. Gugus fungsi yang muncul berasal dari bahan yang digunakan yaitu pati, sukrosa oksidasi dan gliserol. Selain itu adanya gugus O – H, C – H, C = O dan C–O–C menandakan plastik dapat terdegradasi secara sempurna. Hal tersebut menandakan biopolastik yang dihasilkan merupakan produk dari proses *blending* secara fisika sehingga bioplastik ini memiliki sifat seperti komponen-komponen penyusunnya.

Hasil perbandingan gugus fungsi dapat dilihat pada tabel 7. Pada pati kontrol, gugus fungsi yang terbentuk yaitu O-H pada panjang gelombang  $3398,48\text{ cm}^{-1}$  intensitas *peak* 20,14 intensitas kuat dan melebar, Gugus hidroksil bebas menyerap energi pada kisaran  $3650\text{--}3584\text{ cm}^{-1}$ , sehingga pita yang nampak peak  $3398,48\text{ cm}^{-1}$  dalam spektra plastik *Biodegradable* adalah penanda adanya gugus -OH yang disebabkan oleh pembentukan ikatan hidrogen pada film (Silverstein R. M., 1998: 77). Gugus C-H pada panjang gelombang  $2928,20\text{ cm}^{-1}$ , gugus alkena (C=C) pada panjang gelombang  $1639,23\text{ cm}^{-1}$ , gugus alkuna  $\text{C}\equiv\text{C}$  pada panjang  $2076,47\text{ cm}^{-1}$ . Pada  $F_{B1}$  1% gugus yang muncul yaitu gugus , gugus alkena (C=C) pada panjang gelombang  $1652,46\text{ cm}^{-1}$ , gugus alkuna  $\text{C}\equiv\text{C}$   $2147,76\text{ cm}^{-1}$ .

Pada  $F_{B3}$  3% gugus fungsi yang muncul yaitu (O – H) alkohol stretch pada panjang  $3855,82\text{ cm}^{-1}$ , C – H aldehyd stretch pada panjang  $2879,68\text{ cm}^{-1}$ , ( $\text{C}\equiv\text{C}$ )

alkuna pada panjang  $2147,88 \text{ cm}^{-1}$ , (C=C) alkena pada panjang  $1659,90 \text{ cm}^{-1}$ , (C=O) keton, pada panjang  $1871,21 \text{ cm}^{-1}$ .

Pada  $F_{B5}$  5% gugus fungsi yang muncul yaitu (O – H) alkohol stretch pada panjang  $3627,74 \text{ cm}^{-1}$ , C – H aldehyd stretch pada panjang  $2246,67 \text{ cm}^{-1}$ , (C≡C) alkuna pada panjang  $2148,58 \text{ cm}^{-1}$ , (C=C) alkena pada panjang  $1659.92 \text{ cm}^{-1}$ , (C=O) keton, pada panjang  $1873,52 \text{ cm}^{-1}$ .

Gugus C-H aldehyd pada  $F_{B1}$  1% tidak ditemukan sebab Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, jumlah penaut silang yang digunakan hanya 1% dari sementara jumlah pemplastis yang dipakai 20%, Saat film pati berikatan silang dengan sukrosa teroksidasi, akan ada tambahan interaksi yang kuat antara rantai polimer dalam rangka ikatan hidrogen. Dengan demikian, akan lebih sulit bagi rantai pati untuk bergerak saat mereka terikat silang. Namun, gliserol merupakan molekul kecil dan dapat mengganggu ikatan hidrogen di antara rantai polimer, akan cocok antara makromolekul pati dan akan menyebabkan mereka sedikit terpisah. Hal ini akan mengurangi daya tarik kuat antara rantai polimer, menurunkan kekakuan dari jaringan polimer dan meningkatkan fleksibilitas. Karena molekul gliserol kecil dan memiliki interaksi intermolekul rendah, mereka dapat bergerak dengan mudah melalui rantai pati. Pengelastis dapat menyisihkan sedikit energi, dan rantai polimer bisa masuk ke dalam lokasi plasticizer. Karena itu, perpanjangan terus meningkat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol maka akan menurunkan kekuatan tarikan dari film pati. Di sisi lain, konsentrasi gliserol memiliki efek berbeda terhadap kekuatan tarik. Dengan bertambahnya Konsentrasi, akan ada lebih banyak molekul untuk berbagi energi seperti yang disebutkan di atas, jadi Kekuatan tarik akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol. Namun, setelah Titik tertentu,

kekuatan mulai berkurang lagi. Sejumlah gliserol mulai pecah lebih banyak ikatan hidrogen dan akan ada ruang besar di antara dua rantai. Bahkan jika Polimer bisa bergerak dengan mudah, karena tidak bisa membentuk ikatan hidrogen lagi, kekuatan tarik mulai berkurang lagi (Canizag, 2015: 37).

Selain itu faktor perlakuan sampel juga berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan, pada pati kontrol preparasi sampel dilakukan dengan mencampur KBr dengan serbuk pati gadung sedangkan pada bioplastik yang berbentuk film langsung diujikan tanpa ditambah KBr hal ini memungkinkan hasil yang diperoleh kurang sesuai dengan literatur. Menurut (Canisag, 2015: 53) hasil taut silang pati dengan sukrosa oksidasi diharapkan munculnya gugus baru yaitu C-O-C. sedangkan dari penelitian ini gugus baru yang muncul yaitu keton (C=O).

Dari hasil analisis menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dengan perbesaran 10.000 kali Nampak terlihat jelas bentuk pati kontrol dan pati yang telah termodifikasi. Pada gambar 8 dan 9 merupakan pati kontrol dan bioplastik dimana patinya berbentuk polihedral (segi banyak) (Seidman, 1964 dalam Siswanto, 2013: 188). Untuk pati kontrol hanya sedikit lapisan amilosa bebas pada permukaan butiran sebagai akibat proses pemanasan dan pengeringan selama proses pembuatannya. Sedangkan pati termodifikasi memiliki butiran lebih besar dan padat antara satu sama lain dengan menggunakan perbesaran 10.000 kali pada permukaan butiran pada  $F_{B3}$  3% juga Nampak adanya perubahan kekasaran dan kekompakan serta rongga-rongga yang menunjukkan terjadinya modifikasi, hal ini sesuai dengan literatur (siswanto, dkk., 2013: 188) Tetapi pada  $F_{B3}$  3% terlihat pula celah antar ruang pati yang mengakibatkan terjadinya sedikit kerapuhan yang akan mempengaruhi kekuatan mekanik dari plastik tersebut.

Analisis biodegradasi film plastik dilakukan melalui pengamatan film secara visual. Film plastik yang diuji dalam tanah, mengalami degradasi dalam waktu 9 hari tapi belum terdegradasi secara sempurna hal ini karena tujuan dari pengujian degradasi untuk melihat pada hari berapakah plastik telah berubah secara fisik yang ditunjukkan dengan terkoyaknya permukaan plastik. Hal tersebut dikarenakan bahwa film plastik yang terbentuk mengandung gugus hidroksil ( $\text{OH--}$ ) dan gugus karbonil ( $\text{CO}$ ) dan juga beberapa gugus lainnya tersebut menandakan bahwa bioplastik ini mampu terdegradasi dengan baik di dalam tanah. Pada  $F_0$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B3}$ , dan  $F_{B5}$ , persen degradasi berturut-turut dari plastik yang diberi perlakuan yaitu 38,13%, 31,7% dan 34,1% menunjukkan nilai persen kehilangan berat hanya sedikit dibanding dengan kontrolnya, hal ini terjadi dikarenakan ikatan yang terjadi antara pati sukrosa oksidasi dan gliserol mampu menyatu membentuk koneksi rantai ikatan yang saling terhubung satu sama lain sehingga memungkinkan terjadi penghambatan laju penyerapan air didalam tanah ataupun degradasi oleh bakteri dan jamur. Air mampu membuat suasana tanah dalam kondisi lembab sehingga mudah ditumbuhi bakteri ataupun jamur. Bioplastik yang diberi perlakuan mungkin strukturnya semakin padat sehingga sulit di degradasi oleh bakteri. Sebaliknya pada kontrol yang hanya mengandung pati dan gliserol saja lebih tinggi nilai kehilangan beratnya yaitu sekitar 79,97%. Pengurangan massa yang besar dikarenakan bioplastik terbuat dari polimer alam dan tidak ada bahan crosslinker pada bioplastik ini. Pada  $F_{B3}$  3% memberi ketahanan degradasi yang optimum dikarenakan nilai degradasi yang terjadi hanya sedikit di bandingkan yang lainm selain itu rata rata perubahan bioplastik akibat degradasi oleh bakteri terjadi pada hari 3 di ikuti hari-hari selanjutnya. Dari hasil

penelitian tersebut, film plastik berbahan pati umbi gadung dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan.

Kerusakan lingkungan akibat limbah plastik tidak lepas dari tanggung jawab kita sebagai manusia yang diamanahkan sebagai khalifah di bumi Allah yang mana seharusnya kita menjaga dan melestarikan bukan malah merusaknya. Hal ini sesuai dengan firman Allah swt. dalam Q.S. Ar-Rum ayat 41-42.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا  
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانُوا  
أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ ٤٢

Terjemahnya :

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah “Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (Kementerian Agama RI, 2014: 408)

Pada surat Ar-Rum ayat 41-42 dapat dianalisa bahwa ayat ini mengharapakan seorang muslim dapat menyadari pentingnya menjaga serta melestarikan alam lingkungan, dan juga tidak membuat kerusakan terhadap alam lingkungan. Dengan artian jika akan melakukan sesuatu harus melalui pertimbangan pemikiran yang matang akan akibat yang ditimbulkannya agar tidak terjadi hal-hal yang sifatnya merusak lingkungan. Penggunaan plastik *biodegradable* merupakan salah cara yang juga ampuh untuk menanggulangi limbah plastik, dimana sifat dari plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan menjadikannya pilihan yang tepat sebagai solusi untuk ketergantungan kita terhadap penggunaan kantong plastik.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pati umbi gadung dapat dijadikan plastik *biodegradable*
2. Pengaruh penambahan sukrosa oksidasi sebagai agen taut silang belum menunjukkan karakteristik mekanik dan fisik bioplastik.
3. Pandangan Islam dalam surah Ar-Rum ayat 41 dapat disimpulkan bahwa ayat ini mengharapkan seorang muslim dapat menyadari pentingnya menjaga serta melestarikan alam lingkungan, dan juga tidak membuat kerusakan terhadap alam lingkungan. plastik *biodegradable* merupakan solusi nyata agar kerusakan alam dapat dihindari serta mengurangi sampah yang semakin meningkat di masyarakat.

#### **B. Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan metode dalam pembuatan plastik *biodegradable*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan pembuatan taut silang.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan agen taut silang yang lainnya.

## KEPUSTAKAAN

Al-Qur'an.

Al Ummah, N. (2013). Uji Ketahanan *Biodegradable* Plastic Berbasis Tepung Biji Durian Terhadap Air Dan Pengukuran Densitasnya. *Universitas Negeri Semarang* , 1-97.

Al-Maraghi, A. M. (1993). *Terjemah Tafsir Al-Maraghi 21*. Semarang: PT. Karya Toha Putra.

Anggarini, F. (2013). Aplikasi Plasticizer Gliserol Pada Pembuatan Plastik *Biodegradable* Dari Biji Nangka. *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam* , 38.

Artham T, D. M. (2008). Biodegradation Of Aliphatic And Aromatic Polycarbonates. *Macromol Biosci* , 14-24.

Arvanitoyannis I, C. G. (1998). *Biodegradable* Films Made From Low-Density Polyethylene (Ldpe), Rice Starch And Potato Starch For Food Packaging Applications: Part 1. Carbohydrate Polymers. *Food Packaging Applications* , 36, 89-104.

Averous, L. (2012). Bioodegradable Polymers. *Environmental Silicate Nano-Biocomposites Journal* , 1.

Baillie. (2004). Green Composites. *Polymer Composites And The Enviroment* , 254.

Ban, W. (2006). Influence Of Natural Biomaterials On The Elastic Properties Of Starch Derived Films: An Optimization Study. *Journal Of Applied Polymer Science* , 30-38.

Bassler. (1986). *Penyidikan Spektrometrik Senyawa Organi, Kedisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.

Briassoulis D, A. A. (2004). Degradation Characterisation Of Agricultural Low-Density Polyethylene Films. *Biosystems Engineering* , 88 (2), 131–143.

Bruice, P. Y. ( 2001). *Organic Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall Internationa L, Inc.

Canisag, H. (2015). Bio-Crosslinking Of Starch Films With Oxidized. *Textiles, Merchandising And Fashion Design* , 24.

Cowd, M. (1991). *Kimia Polimer*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.



- Darni Y., H. U. (2009). Peningkatan Hidrofobisitas Dan Sifat Fisik Plastik Biodegradabel Pati Tapioka Dengan Penambahan Selulosa Residu Rumpuk Laut *Euchema Spinossu*. *Seminar Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat* , 88.
- Darni, Dkk. (2010). Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan* , Vol. 7, No. 4, 88-93.
- Degli-Innocenti F, T. M. (2000). Degradability Of Plastics. Standard Methods Developed In Italy. *Organic Recovery And Biological Treatment (Orbit)* .
- Embuscado, M.E. (2009). Edible Films And Coatings For Food Applications. *Journal Of Molecular Sciences* , 3.
- Febrianty. (2016). Keragaman Dan Klasifikasi Intraspesies Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst.) Di Pulau Sulawesi Berdasarkan Karakter Morfologis Dan Molekular. *Biologi* , 56.
- Fleche. (1985). Chemical Modifikasi And Degradation Of Starch. *Agricultural* , 18.
- Fringant C, D. J. (1996). Physical Properties Of Acetylated Starch Based Material : Relaxation With Their Molecular Characteristics. *Polymer* , 37, 2667-2673.
- Gandjar, I. G. (2013). *Analisis Obat Secara Spektrofotometri Dan Kromatografi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gedney, R. (2005). Tensile Testing Basics, Tips And Trends, Admet Inc. Lincoln Usa: Tersedia Di Rgedney@Admet.Com.
- Goldberg. (1995). A Review Of The Biodegradability And Utility Of Poly (Caprolactone). *J Environ Polym Degrad* , 61.
- Hamzah, Dkk. (2017). Effect Of Glucose, Sucrose, Cellulose, Glycerol, Chitosan Addition To Improve Gelatin Quality Of Fish, Chicken, And Cow. *International Journal Of Chemtech Research* , Vol.10 No.5, 62-69.
- Harsojuwono, Dkk. (2016). Profil Permukaan Dan Gugus Fungsi Bioplastik. *Media Ilmiah Teknologi Pangan* , 97-103.
- Helan Xu, D. (2015). Robust And Flexible Films From 100% Starch Cross-Linked By Biobased Disaccharide Derivative. *Acs Sustainable Chemistry & Engineering* , Iii, 2631-2639.

- Inayatul Dan Erna. (2015). Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol Dengan Pati Dari Bonggol Pisang, Tongkol Jagung, Dan Enceng Gondok Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Plastik *Biodegradable*. *Jurnal Neutrino* Vol. 7 , 84.
- Ishiaku Us, P. K. (2002). Mechanical Properties And Enzymic Degradation Of Thermoplastic And Granular Sago Strach Filled Poly (E-Carprolactone). *European Poly* , 393-401.
- Jalaja K., N. R. (2015). Electrospun Gelatin Nanofibers: A Facile Cross-Linking Approach Usingoxidized Sucrose. *International Journal Of Biological Macromolecules* , 273.
- Jianhua Liu, D. (2015). Functional, Physicochemical Properties And Structure Of Cross-Linked Oxidized Maize Starch. *Biological And Environmental Engineering* , 45-52.
- Kar, A. (2005). *Pharmaceutical Drug Analysis*. India: Faculty Of Pharmaceutical Sciences Guru Jambheshwar University.
- Kementerian Agama Ri. (2014). *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*. Jakarta: Institut Ilmu Al-Qur'an.
- Kementerian, R. A. (2014). *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*. Jakarta: Institut Ilmu Al-Qur'an.
- Kim M, L. S. (2002). Characteristics Of Crosslink Potato Starch And Starch-Filled Lldpe Films. *Carbohydrate Polymers* , 331-337.
- Kolybaba, M. L. (2003). *Biodegradable Polymers : Past, Present,And Future*. *Agricultural And Bioresource Engineering* , 1-15.
- Kroschwitz, J. ( 1990). *Polymer Characterization And Analysis*. New York : John Wiley And Sons, Inc.
- Masood, E. (2009). *Ilmuwan-Ilmuwan Muslim Pelopor Hebat Di Bidang Sains Modern*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Mengeloglu F, K. K. (2008). Thermal Degradation, Mechanical Properties And Morphology Of Wheat Straw Flour Filled Recycled Thermoplastic Composites. *Sensors* 8 , 500-519.
- Mohee. (1998). Composting Potential Of Bagasse And Broiler Litter And Process Simulation Using A Dynamic Model. *University Of Mauritius* .
- Mujiarto, I. (2005). Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif. *Jurnal Traksi* , 3 (2), 350.

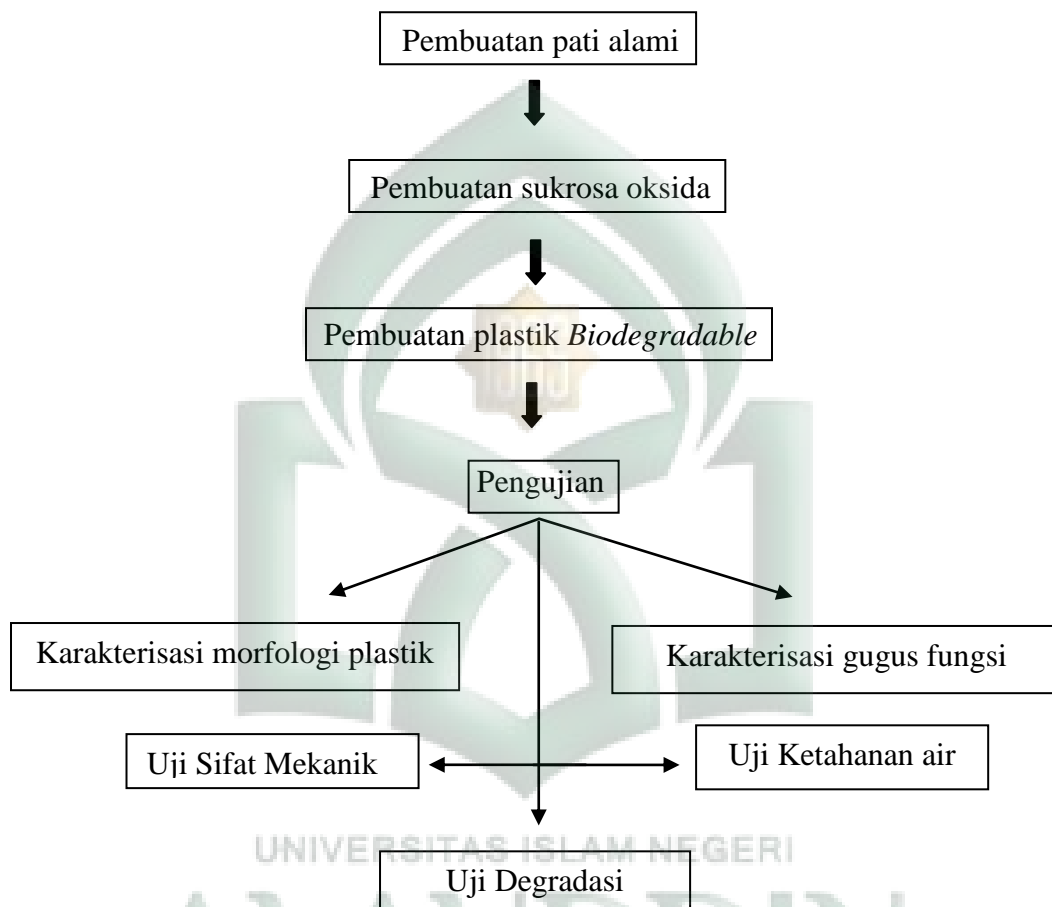
- Munawaroh, A. (2015). Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*) Dengan Variasi Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan. *Pangan* , 35.
- Nadiah, N. (2010). *Biodegradable Biocomposite Starch Based Films Blended With Chitosan Dan Gelatin. Thesis Faculty Of Chemical And Natural Resources Engineering* , 1.
- Ning W, J. Y. (2007). The Influence Of Citric Acid On The Properties Of Thermoplastic Starch/Linear Low-Density Polyethylene Blends. *Carbohydrate Polymers* , 67, 446–453.
- Pambayun, R. (2007). *Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Umbi Gadung*. Yogyakarta: Ardana Media.
- Pimpan, V. K. (2001). Preliminary Study On Preparation Of *Biodegradable* Plastic From Modified Cassava Starch. *Journal Science Chulalongkom University* , 26.
- Psomiadou E, A. P. (1997). *Biodegradable* Films Made From Low Density Polyethylene (Ldpe), Wheat Starch And Soluble Starch For Food Packaging Applications. Part 2. *Carbohydrate Polymers. Agric. Food Chem* , 227-242.
- R, Smith. (2005). *Biodegradable* Polymers For Industrial Applications. *Industry* , 143.
- Rabek. (1996). *Photodegradation Of Polymers. Physical Characteristics And Applications*. Berlin.: Springer.
- Rasmita, A.G. (2012). Pengaruh Waktu Interaksi Polimerisasi Asam Laktat Terhadap Karakteristik Polimer Poly(L)-Lactic Acid (Plla) Dari L-Asam Laktat Sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. , 1.
- Rukmana, R. (2001). *Aneka Kripik Umbi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Samsul Aripin, B. S. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik *Biodegradable* Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin (Jtm)* , Vol. 06, 79-84.
- Sarka, E. Z. (2011). Application Of Wheat B-Starch In *Biodegradable* Plastic Materials. *Czech Journal Of Food Science* , 29 (3), 232-242.
- Shah Aa, H. F. (2008). Biological Degradation Of Plastics: A Comprehensive Review. *Biotechnol. Adv* , 246–265.

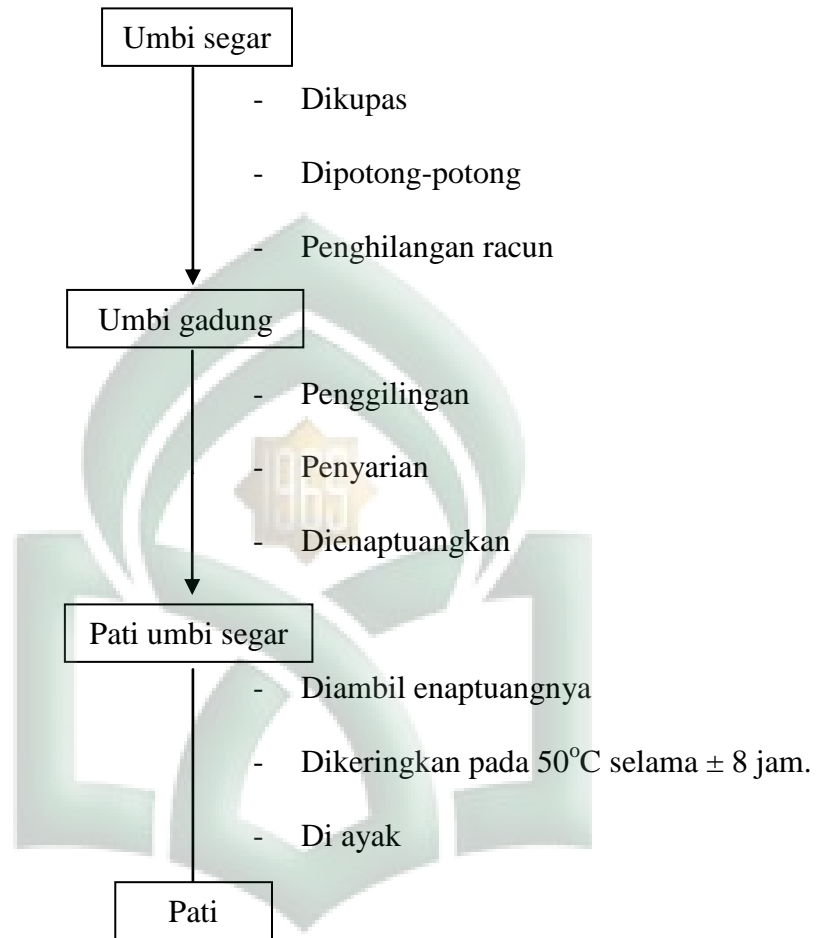
- Sharma, K. V. (2011). Natural *Biodegradable* Polymers As Matrices In Transdermal Drug Delivery. *International Journal Of Drug Development & Research* , 5-103.
- Shihab, M. Q. (2009). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al-Qur'an Volume 5*. Jakarta: Lentera Hati.
- Silverstein, R. M. (1998). *Spectrometric Identification Of Organik Compounds, Seventh Edition*. New York : John Wiley & Sons.
- Silverstein, R. M.-K. (2007). *Identificação Espectrofotométrica De Compostos Orgânicos*. Rio De Janeiro: Editora Ltc.
- Siswanto, Dkk. (2013). Modifikasi Tepung Dari Umbi Gadung Menggunakan Ekstrak Rimpang Jahe Sebagai Bahan Makanan Fungsional. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri* , 181-191.
- Siswono. (2008). Jaringan Informasi Pangan. *Info Pangan Dan Gizi* , Volume Xiv, 3.
- Steinbuechel. (1995). Use Of Synthetic, *Biodegradable* Thermoplastics And Elantomerr From Renewable Resources. *Sci. Pure Appl. Chem* , 32 (4), 653-600.
- Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. (N.D.).
- Suhardi. (2006). *Hutan Dan Kebun Sebagai Sumber Pangan Nasional*. Yogyakarta, Yogyakarta: Kanisius.
- Sumunar, Dkk. (2015). Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst) Sebagai Bahan Pangan Mengandung Senyawa Bioaktif : Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* , 108-112.
- Suriani, A. I. (2008). Mempelajari Pengaruh Pemanasan Dan Pendinginan Berulang Terhadap Karakteristik Sifat Fisik Dan Fungsional Pati Garut (*Marantha Arundinacea*) Termomodifikasi. *Teknologi Pertanian* , 68.
- Teja, A. I. (2008). Karakteristik Pati Sagu Dengan Metode Modifikasi Asetilasi Dan Cross-Linking. *Teknik Kimia Indonesia* , Vol. 7 (No. 3), 843.
- Tokiwa, Y. (2009). Biodegradability Of Plastics. *International Journal Of Molecular Sciences* , 3722-3742.
- Waryat. (2013). Rekayasa Proses Produksi Bioplastik Berbahan Baku Pati Termoplastik Dan Polietilen. *Industri Pertanian* , 76.

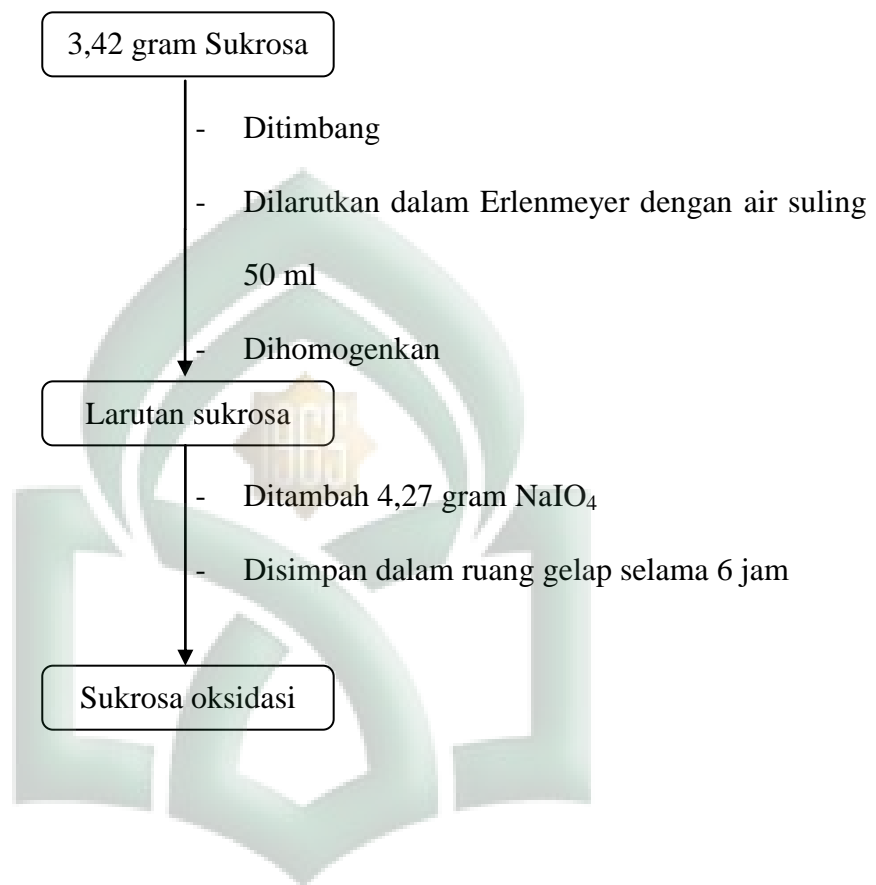
- Winarno, F. (1995). *Kimia Pangan Dan Gizi*. Jakarta: Pt. Gramedia.
- Wypych. (1995). *Handbook Of Material Weathering, 2nd Edn.* Toronto-Scarborough, Ontario, Canada: Chemtec Publishing.
- Yao F, W. Q. (2008). . Rice Straw Fiber-Reinforced High-Density Polyethylene Composite: Effect Of Fiber Type And Loading. *Industrial Crops And Products* , 2 (8), 63–72.
- Yavus, H. A. (2003). Preparation And Biodegradation Of Starch/Polycaprolactone Film. *Journal Of Polymer And The Environment* , 107-113.
- Yuniarti, Dkk. (2014, Februari). Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (Metroxylon Sp). *E-J. Agrotekbis* 2 , 39.
- Zhou, W. R. (2009). *Fundamentals Of Scanning Electron Microscopy*. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.

## LAMPIRAN

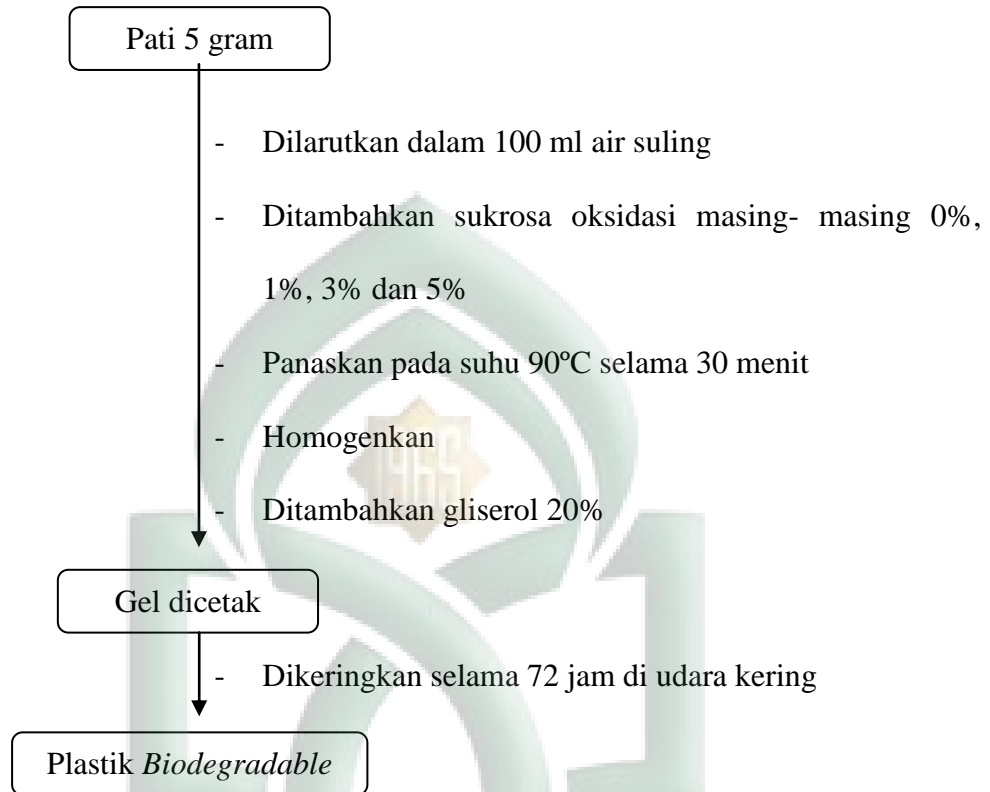
**Lampiran 1.** Diagram Aliran Penelitian Plastik *Biodegradable*

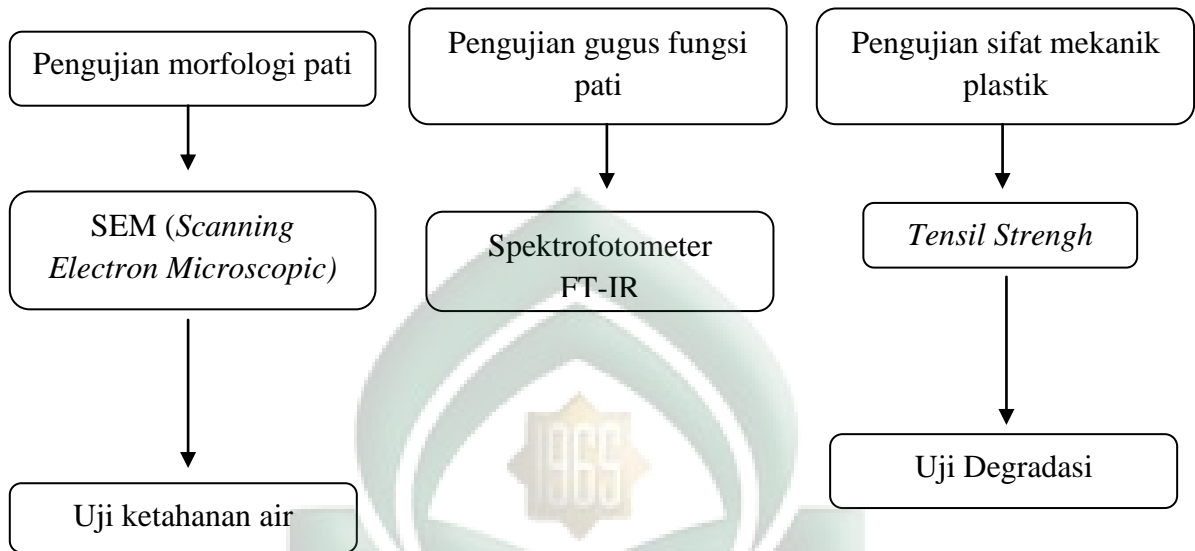


**Lampiran 2. Skema Pembuatan Pati Alami Umbi Gadung**

**Lampiran 3. Skema Pembuatan Sukrosa Oksidasi**



**Lampiran 4.** Pembuatan Plastik *Biodegradable*

**Lampiran 5.** Diagram Analisis Data Plastik *Biodegradable*

### Lampiran 6. Perhitungan Sukrosa Oksidasi

- a. Sukrosa 0,01 mol

$$\text{Mr} : 342 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}}$$

$$0,01 = \frac{\text{gram}}{342 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Gram} = 3,42$$

- b. Natrium metaperiodate 0,02 mol

$$\text{Mr} : 213,89 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}}$$

$$0,02 = \frac{\text{gram}}{213,89 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Gram} = 4,27$$

- c. Perhitungan konsentrasi sukrosa yang digunakan :

Jumlah sukrosa oksidasi yang digunakan = konsentrasi x jumlah larutan pati.

$$- F_0 (-) = 0 \text{ ml}$$

$$- F_{B1} 1\% (v/v) = 1/100 \times 100 \text{ ml} = 1 \text{ ml}$$

$$- F_{B3} 3\% (v/v) = 3/100 \times 100 \text{ ml} = 3 \text{ ml}$$

$$- F_{B5} 5\% (v/v) = 5/100 \times 100 \text{ ml} = 5 \text{ ml}$$

- d. Perhitungan gliserol 20% yang digunakan :

= konsentrasi gliserol x jumlah pati yang digunakan

$$= 20/100 \times 5 \text{ gram} = 1 \text{ gram}$$

**Tabel 11.** Analisis data ketahanan terhadap air

Sampel	Berat awal (W <sub>0</sub> ) (mg)	Berat akhir (W) (mg)		Berat akhir/ W (rata-rata) (mg)	ΔW
		I	II		
F <sub>0</sub> (-)	173,4	313,6	313,9	313,75	140,15
F <sub>B1</sub> 1%	213,5	329,5	330,0	329,75	116,25
F <sub>B3</sub> 3%	296,1	450,5	450,0	450,25	154,15
F <sub>B5</sub> 5%	231,0	404,2	402,1	403,15	172,15

**Lampiran 7.** Perhitungan Ketahanan Air Terhadap Plastik

Rumus uji ketahanan air :

$$\% \text{ air yang diserap} = \frac{\Delta W}{W_0} \times 100 \%$$

1. F<sub>0</sub>

$$\% \text{ air yang diserap} = \frac{140,15}{173,4} \times 100 \% = 80,82 \%$$

$$\text{Sifat hidrofobisitas} = 100\% - 80,82 \% = 19,17\%$$

2. F<sub>B1</sub> 1 %

$$\% \text{ air yang diserap} = \frac{116,25}{213,5} \times 100 \% = 54,45\%$$

$$\text{Sifat hidrofobisitas} = 100\% - 54,45 \% = 45,55\%$$

3. F<sub>B3</sub> 3 %

$$\% \text{ air yang diserap} = \frac{154,15}{296,1} \times 100 \% = 52,06 \%$$

$$\text{Sifat hidrofobisitas} = 100\% - 52,06 \% = 47,94 \%$$

4.  $F_{B5}$  5 %

$$\% \text{ air yang diserap} = \frac{172,15}{231,0} \times 100 \% = 74,52\%$$

$$\text{Sifat hidrofobisitas} = 100\% - 74,52\% = 25,48\%$$

**Tabel 12.** Analisis data biodegradasi

Sampel	$W_0$ (mg)	$W_A$ (mg)	$\Delta W_A$ (mg)
$F_0$	240,6	48,2	192,4
$F_{B1}$ 1%	253,8	157,03	96,77
$F_{B3}$ 3%	461,6	315,27	146,33
$F_{B5}$ 5%	449,3	296,17	153,13

**Lampiran 8.** Perhitungan Biodegradabilitas

Rumus uji biodegradabilitas :

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{\Delta W_A}{W_0} \times 100 \%$$

1.  $F_0$ 

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{\Delta 192,4}{240,6} \times 100 \% = 79,97\%$$

$$\text{Degradabilitas} = 192,4 \text{ mg/9 hari} = 21,37 \text{ mg/hari}$$

2.  $F_{B1}$  1%

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{\Delta 96,77}{253,8} \times 100 \% = 38,1\%$$

$$\text{Degradabilitas} = 96,77 \text{ mg/9 hari} = 10,75 \text{ mg/ hari}$$

3.  $F_{B3}$  3%

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{\Delta 146,33}{461,6} \times 100 \% = 31,7 \%$$

$$\text{Degradabilitas} = 146,33 \text{ mg/9 hari} = 16,25 \text{ mg/hari}$$

4.  $F_{B3}$  5%

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{\Delta 153,13}{449,3} \times 100 \% = 34,1 \%$$

$$\text{Degradabilitas} = 153,13 \text{ mg/9 hari} = 17,01 \text{ mg/ hari}$$





Pembersihan kulit umbi gadung



Penambahan garam dan perendaman  
semalaman



Pengirisan tipis umbi gadung lalu  
pencucian di air mengalir



Perendaman dilakukan selama 3 hari  
dan penggantian air tiap 3 jam sekali



**Gambar 13.** Pembuatan Pati Umbi Gadung





**Gambar 14.** Pembuatan Sukrosa Oksidasi



Hasil penimbangan pati 5 gram



Penambahan air suling ad 100 ml



Pembuatan adonan plastik diatas *hot plate* pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit



Penambahan sukrosa oksidasi 1%, 3% dan 5%

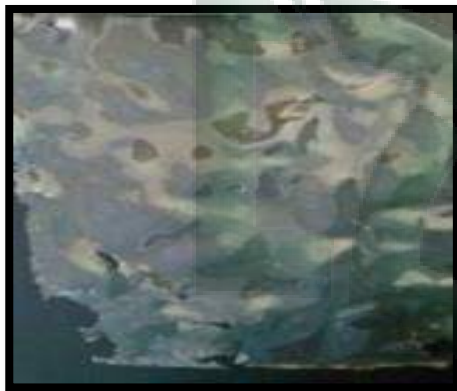
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
ALA UDDIN  
M A K A S S A R



Proses pencetakan plastik



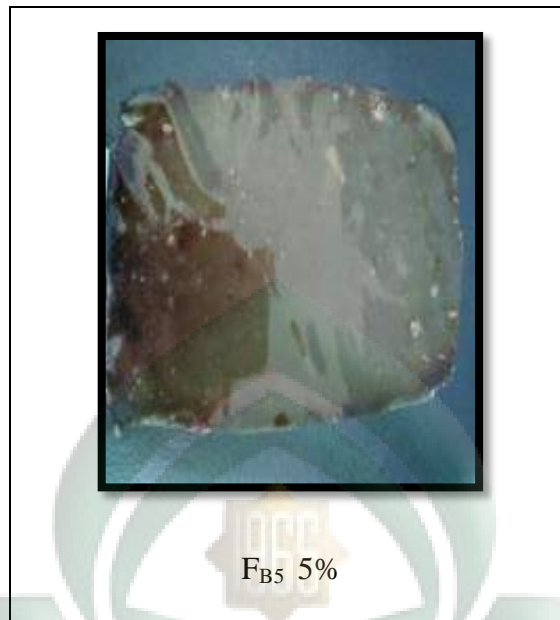
Pati kontrol ( $F_0$ )



$F_{B1}$  1%



$F_{B3}$  3%




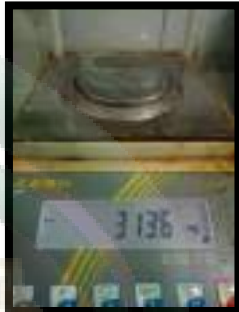







**Gambar 15.** Pembuatan Plastik *Biodegradable*



Alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian *swelling power* dan ketahanan air

**Gambar 16.** Analisis Data *Swelling Power* dan Ketahanan terhadap Air

**Lampiran 9.** Data analisis Ketahanan Terhadap Air

Sampel	Berat awal (mg)	Berat setelah perlakuan (mg)	
		I	II
$F_0$			
$F_{B1} 1\%$			
$F_{B3} 3\%$			










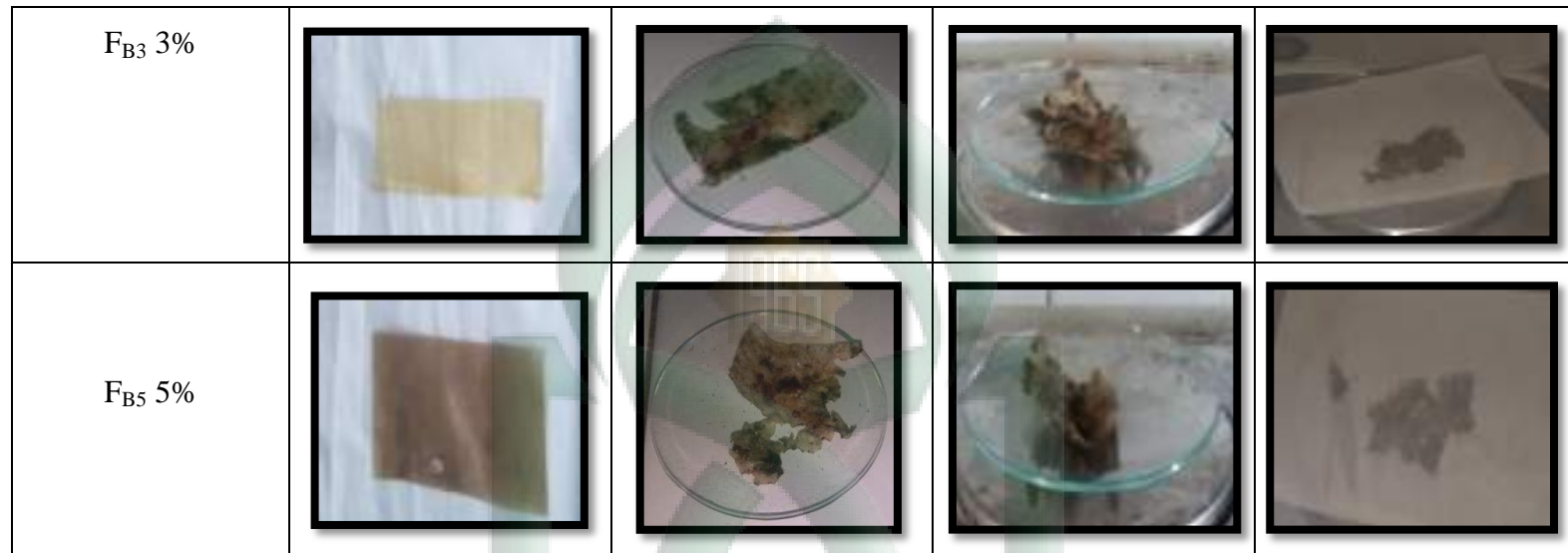
Plastik di potong sesuai ukuran 5 x1 cm



Plastik dikubur dalam tanah selama 9 hari

**Gambar 17.**Analisis Uji Degradasi

Sampel	Bentuk Awal	Bentuk Setelah Degradasi		
	Hari ke 0	Hari ke 3	Hari ke 6	Hari ke 9
F <sub>0</sub>				
F <sub>B1</sub> 1%				



**Gambar 18.** Perubahan Struktur Plastik *Biodegradable*





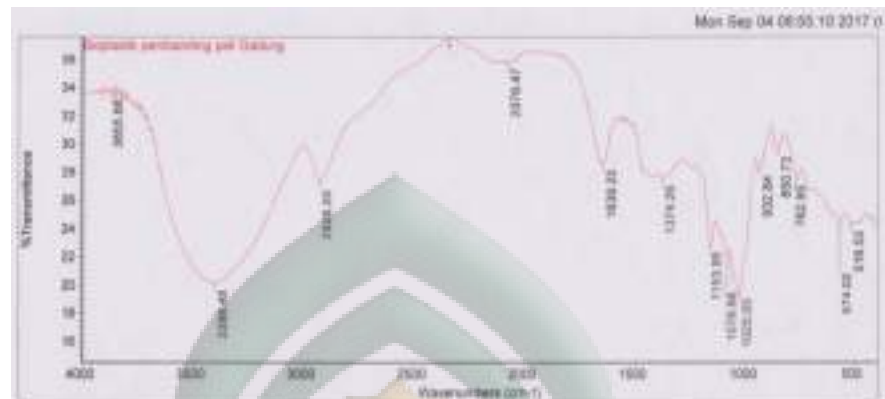
Alat kuat tarik yang digunakan



Proses pengerjaannya

**Gambar 19.** Analisis Kuat Tarik

### Spektra FT-IR pati F<sub>0</sub>



### Spektra FT-IR sampel F<sub>B1</sub> 1%



### Spektra FT-IR sampel F<sub>B3</sub> 3 %



**Spektra FT-IR sampel F<sub>B5</sub> 5 %**



**Gambar 20.** Analisis gugus ujung menggunakan FT-IR

**Lampiran 10. Sertifikat Analisis kuat tarik**

**Sampel F<sub>B1</sub> 1%**

**LABORATORIUM UJI DAN KALIBRASI BBIHP MAKASSAR**  
*Analytical and Calibration Laboratories BBIHP Makassar*  
 Jl. Prof Dr. H. Abdulrahman Basalamah, MA No.28 Makassar 90221 Kode Pos: 90221 Telp: (0411) 441207  
 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbihp.kemperinn.go.id E-mail: bbihp@bbihp.kemperinn.go.id

---

**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
*CERTIFICATE OF TEST*

**NOMOR : 2.5262/LU-BBIHP/IX/2017**  
*Number*

**Nomor Analisis : P 5221**  
*Analysis Number*

**Tanggal Penerimaan : 04 September 2017**  
*Date of sample*

**Nama Contoh : Plastic Biodegradable**  
*Sample(s) name*

**1. Untuk Analisis : Fisika**  
*For Analysis*

**2. Keterangan Contoh : Kode 872.1968.2, Kontrol 1%**  
*Description of Sample*

**Identitas Pemilik**  
*Owner's Identity*

**1. Nama : Fitriamilah Al Ahmad**  
*Name*

**2. Alamat : Jl. Bahua Raya 4, Makassar**  
*Address*

**Pengambilan Contoh**  
*Sampling*

**1. Diambil dari : -**  
*Taken from*

**2. Berita Acara : -**  
*The record*

**Tanggal Analisis : 04 September 2017**  
*Date of Analysis*

**Tanggal Selesai : 06 September 2017**  
*Date of Completion*

**Tanggal Penerbitan : 06 September 2017**  
*Date of Issue*

*Manajer Mutu,*


Halaman : 2 dari 2  
Page : 2 of 2

**HASIL UJI**  
TEST RESULT

**Nomor Sertifikat** : 2.5262/LU-BBHP/IX/2017  
*Certificate Number*  
**Nomor Analisis** : P.5221  
*Analysis Number*  
**Nama Contoh** : Plastic Biodegradable  
*Sample Name*  
**Tanggal Penerbitan** : 06 September 2017  
*Date of Issue*

Parameter <i>Parameter(s)</i>	Satuan <i>Unit(s)</i>	Hasil <i>Result</i>	Metode Uji/Teknik <i>Analytical Method</i>
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	5.6042	ASTM D538-02a-2002

Manager Mutu,  
  
IDAWATI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

Sampel FB<sub>3</sub> 3%

 **Kementerian Perindustrian**  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
**LABORATORIUM UJI DAN KALIBRASI BBIHP MAKASSAR**  
*Analytical and Calibration Laboratories BBIHP Makassar*  
Jl. Prof. Dr. H. Abdulrahman Saleh, No. 20 Makassar 50221 Kotak Pos: 1148 Telp: (0411) 441337  
Fax: (0411) 441130 Website: www.bbihp.kemendagri.go.id E-mail: bbihp@bbihp.kemendagri.go.id

---

**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
*CERTIFICATE OF TEST*

**NOMOR** : 2.5253/ILU-BBIHP/IX/2017  
*Number*

**Nomor Analisis** : P. 5222  
*Analysis Number*

**Tanggal Penerimaan** : 04 September 2017  
*Date of sample*

**Nama Contoh** : Plastik Biodegradable  
*Sample(s) name*

**1. Untuk Analisa** : Fisika  
*For Analysis*

**2. Keterangan Contoh** : Kode 872.1685.3, Kontrol 3%  
*Description of Sample*

**Identitas Pemilik**  
*Owner's Identity*

**1. Nama** : Fitriani Al Ahmad  
*Name*

**2. Alamat** : Jl. Batu Raya 4, Makassar  
*Address*

**Pengambilan Contoh**  
*Sampling*

**1. Diambil dari** : -  
*Take from*

**2. Benda Acara**  
*The record*

**Tanggal Analisa** : 04 September 2017  
*Date of Analysis*

**Tanggal Selesai** : 05 September 2017  
*Date of Completion*

**Tanggal Penerbitan** : 05 September 2017  
*Date of Issue*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
MAKASSAR

*Manajer Mutu*  
  
**ICAWATI**

Nomor Sertifikat : 2.5263/LU-BBIHP/IX/2017

*Certificate Number*

Nomor Analisis : P. 5222

*Analysis Number*

Nama Contoh : Plastic Biodegradable

*Sample(s) Name*

Tanggal Penerbitan : 05 September 2017

*Date of Issue*

Parameter <i>Parameter(s)</i>	Satuan <i>Unit(s)</i>	Hasil <i>Result</i>	Metode Uji/Teknik <i>Analytical Method</i>
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	6.5444	ASTM D538-02a-2002

Manager Mutu,



IDAWATI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN

MAKASSAR

## Sampel FB5 5%


**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN**  
**LABORATORIUM UJI DAN KALIBRASI BBIHP MAKASSAR**  
*Analytical and Calibration Laboratories BBIHP Makassar*  
 Jl. Prof. Dr. H. Abdulrahman Saleh, Mak. No. 28 Makassar 90231 Telp. 1148 Telp. (0411) 461207  
 Fax. (0411) 441136 Website: www.bbihp.kemendag.go.id E-mail: bbihp@bbihp.kemendag.go.id

---

**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
*CERTIFICATE OF TEST*

**NOMOR** : 25264/LU-BBIHP/IX/2017  
*Number*

**Nomor Analisa** : P 5223  
*Analysis Number*

**Tanggal Penerimaan** : 04 September 2017  
*Date of sample*

**Nama Contoh** : Plastic Biodegradable  
*Sample(s) name*

**1. Untuk Analisis** : Fisika  
*For Analysis*

**2. Keterangan Contoh** : Kode 872.1806.4, Kontrol 5%  
*Description of Sample*

**Identitas Pemilik**  
*Owner's Identity:*

**1. Nama** : Fitriamilah Al Ahmad  
*Name*

**2. Alamat** : Jl. Batua Raya 4, Makassar  
*Address*

**Pengambilan Contoh**  
*Sampling*

**1. Diambil dari** : -  
*Taken from*

**2. Berita Acara** : UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
*The record*

**Tanggal Analisis** : 04 September 2017  
*Date of Analysis*

**Tanggal Selesai** : 08 September 2017  
*Date of Completion*

**Tanggal Penerbitan** : 08 September 2017  
*Date of Issue*

Manajer Mutu,  
  
 IDAWATI



**Nomor Analisis** : P. 5223  
*Analysis Number*  
**Nama Contoh** : Plastic Biodegradable  
*Sample Name*  
**Tanggal Penerbitan** : 08 September 2017  
*Date of Issue*

Parameter <i>Parameter(s)</i>	Satuan <i>Unit(s)</i>	Hasil <i>Result</i>	Metode Uji/Teknik <i>Analytical Method</i>
Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	6,3667	ASTM D638-02a-2002



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
MAKASSAR

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*



Penulis bernama lengkap Fitrahmillah Al Ahmad, lahir di Ujung Pandang 17 November 1993 dari sepasang suami istri yang bernama Laherang dan Nurmiati. Merupakan anak perempuan dari 4 bersaudara.

Pada tahun 2000 penulis menempuh sekolah dasar di SD Inpres Batua 1 Makassar, dan melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah pertama pada tahun 2006 di SMP Negeri 8 Makassar, pada tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikannya di SMK Farmasi Yamasi Makassar. Pada saat SMK mendapatkan Juara I umum . Dan kemudian melanjutkan pendidikannya di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar pada jurusan Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan.

Penulis memilih jurusan farmasi karena keinginannya sendiri serta melanjutkan dasarnya dari SMK. Penulis sangat tertarik pada hal kecil (obat) yang sangat mengagumkan yaitu dapat menyembuhkan suatu penyakit. Dari hal kecil inilah Penulis tertarik dengan yang namanya obat-obatan sehingga Penulis ingin lebih mendalaminya.

Prinsip hidup yang selalu Penulis pegang selama ini yaitu “jangan membuat orang tua mu menangis jika kamu ingin sukses karena kesuksesan mu tidak akan tercapai tanpa doa dari orang tuamu”.